

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

VTEI / 2025 / 2

4 / Historické změny užívání vody v českých povodích 3. řádu
a naznačení možného vývoje dle nových regionálních klimatických modelů ČHMÚ

30 / Hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů
tekoucích vod povrchových v České republice metodikou HYMOS

44 / Rozhovor s prof. RNDr. Bohumírem Janským, CSc.,
z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Psali jsme před 60 lety

Ve VTEI č. 2 z roku 1965 popisoval Alois Veselý z Odboru vodohospodářských staveb (OVHS) v Kroměříži svůj zlepšovací návrh č. 315/1964 s názvem Trojúhelník pro vodohospodáře.

Dosavadní stav:

V konstrukční a provozní praxi vodohospodářů ve všech stupních neexistuje dosud šablona nejčastěji používaných znaků a universální měřítko.

Provedené zlepšení:

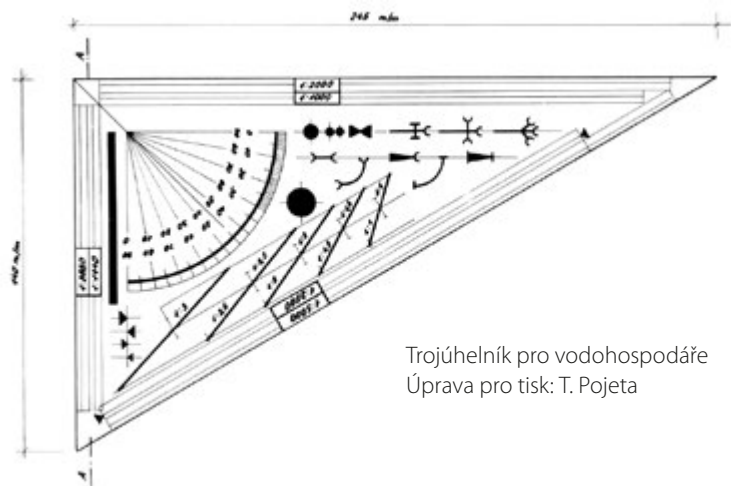
Vodohospodářský trojúhelník má tvar klasického trojúhelníku 60°, 90°, 30°, z průhledné plastické hmoty o tl. 1,0 až 1,5 mm, o nejmenší straně 140 mm tak, aby pokryl formát A4.

Trojúhelník obsahuje:

1. Šest nejčastěji používaných měřítek: 1:1000, 1:2000, 1:2500, 1:5000, 1:2880, 1:1440,
2. úhloměr – trojúhelník 30°, 60°, 90° a úhloměr do 90°, dělený po 1°, číselovaný tam a zpět s výřezem pro vynášení úhlů,
3. šablonu často opakovaných znaků a značek vodohospodářských výkresů (značky některých hrdlových a přírubových tvarovek, rysky pro vynášení svahů koryt 1:1, 1:1,5, 1:2, 1:2,5, 1:3) a výřezy pro značky hladiny vody, popis kót, kanalizačních šachtic apod. ve třech velikostech.

Objednávky na tuto pomůcku vyřizuje OVHS Kroměříž, která sdělí další data ohledně dodací lhůty a místa, odkud bude pomůcka expedována. Předběžná cena se odhaduje na 16 až 20 Kčs.

Z archivu VÚV TGM



Trojúhelník pro vodohospodáře
Úprava pro tisk: T. Pojeta

Redakce VTEI

Obsah



3 Úvod

4 Historické změny užívání vody v českých povodích 3. řádu a naznačení možného vývoje dle nových regionálních klimatických modelů ČHMÚ

Ondřej Ledvinka, Vít Štoviček, Kateřina Vacková, Pavel Coufal



12 Měření a modelování změn odtokového režimu v návaznosti na kalamitní rozpad a regeneraci porostů v lesních povodích v Jeseníkách

Jan Unucka, Martin Adamec, Irena Pavlíková, Ondřej Špulák, Vít Šrámek, Kateřina Hellebrandová

20 Rybníční soustava na Bečvárci

Pavel Richter



30 Hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů tekoucích vod povrchových v České republice metodikou HYMOS

Ján Babej, Jiří Jakubínský, Vilém Pechanec, Pavel Kožený, Denisa Němejcová, Pavel Vyvlečka

44 Rozhovor s prof. RNDr. Bohumírem Janským, CSc., z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Tomáš Hrdinka



50 Jáchymov: po stopách mlýnů a mlýnků

Zuzana Řehořová

54 Ekologická olympiáda

Lenka Žaitliková



Vážení čtenáři,

dubnové číslo našeho časopisu VTEI vychází jen několik dní po oslavách Světového dne vody, jehož motem a klíčovým poselstvím je pro tento rok snaha o zachování ledovců, které jsou nejen důležitou zásobárnou pitné vody, ale i nezbytností pro správné fungování zemědělství, průmyslu, výroby čisté energie a zdravých ekosystémů. Vzhledem k tomu, že jedním z důsledků klimatické změny je oteplování naší planety, „zmrzlá část“ našeho světa se zmenšuje, což má dopad i na koloběh vody. Miliardy lidí pak tyto změny pocítují v podobě záplav, období sucha, sesuvů půdy, zvyšování hladiny moří a poškozování stávajících ekosystémů.

Rychle tající ledovce způsobují nejistotu ve stavu vodních toků s hlubokými dopady na celou planetu a její obyvatele. Letošní výzvou celosvětové kampaně uspořádané ke Světovému dni vody je, aby všichni – od jednotlivců a rodin po vlády a celé společnosti – udělali, co mohou, aby zamezili dalšímu zmenšování objemu ledovců.

A co vám přinášíme v dubnovém čísle VTEI?

V důsledku klimatické změny dochází stále častěji k extrémním výkyvům počasí, jež vedou k nedostatku srážek a vzniku sucha, nebo naopak k extrémním srážkám a povodním. Jednou z příčin těchto změn je vývoj lidské společnosti a její neustále se zvyšující nároky na vodu i další strategické suroviny. Odborný článek Ondřeje Ledvinky a kolektivu autorů „Historické změny užívání vody v českých povodích 3. řádu a naznačení možného vývoje dle nových regionálních klimatických modelů ČHMÚ“ představuje výsledky Českého hydrometeorologického ústavu týkající se způsobů ovlivnění průtoku nad vodoměrnými stanicemi v Česku a změn tohoto vlivu v návaznosti na klimatickou změnu.

V odborném článku Jana Unucky (ČHMÚ v Ostravě) a jeho spolupracovníků i kolegů z VÚLHM jsou prezentovány dílčí výsledky monitoringu a modelování na experimentálních lesních povodích v CHKO Jeseníky. Autoři si kladou za cíl přiblížit čtenářům zajímavé aspekty lesnické hydrologie na experimentálních povodích v Jeseníkách, seznámit je s metodami výzkumu a vybrat zajímavé výsledky s ohledem na nové postupy či extrémní povodně ze září 2024. Více se dočtete v příspěvku „Měření a modelování změn odtokového režimu v návaznosti na kalamitní rozpad a regeneraci porostů v lesních povodích v Jeseníkách“.

V odborném příspěvku „Rybniční soustava na Bečvárci“ Pavla Richtera (VÚV TGM) je prezentován vývoj rybníční krajiny v povodí Bečvářky, a to na základě interpretace archivních i současných mapových podkladů,

včetně ověření aktuálního stavu rybníků. Hlavním cílem výzkumu bylo zmapování vývoje krajiny v lokalitách zaniklých rybníků v povodích přítoků Labe v Polabské nížině.

Odborný článek „Hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů tekoucích vod povrchových v České republice metodikou HYMOS“ Jána Babeje (Ústav výzkumu globální změny AV ČR) a jeho kolegů přináší důležitý pohled na nový způsob hodnocení hydromorfologického stavu a jeho složek, který je součástí monitoringu ekologických podmínek vodních útvarů. Na základě požadavku MŽP proto vznikla nová metodika hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů tekoucích vod (HYMOS). Její postupy byly testovány na 15 vodních útvarech rozdělených do 52 úseků. Metodika HYMOS kombinuje detailní i agregovaný přístup, což z ní činí flexibilní nástroj vhodný jak pro strategické plánování na úrovni vodních útvarů, tak pro hodnocení lokálních úseků v návaznosti na prováděná či plánovaná opatření.

Tradiční rozhovor je tentokrát nejen o hydrologii a vodním hospodářství, ale i o cestování a sportu. Pozvánku k interview přijal významný český geograf a mimo jiné objevitel pramenů Amazonky, pan profesor Bohumír Janský z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Díky počtu vývěřů různých minerálních pramenů a jejich pestrosti i chemickému složení jsou západní Čechy proslulé především lázeňstvím. Čtenáře jistě automaticky napadne zejména trio zdejších nejznámějších lázeňských měst – Karlovy Vary, Mariánské lázně a Františkovy lázně. Příspěvek kolegyně Zuzany Řehořové vás však provede méně frekventovanými, a proto možná i zajímavějšími a neobvyklejšími lokalitami a trasami v okolí lázní Jáchymov. Poté vás naučnou stezkou o historii zdejších vodních mlýnů pěšky zavede až do městečka Ostrov, proslaveného mimo jiné impozantní zahradou, jež obklopuje zdejší zámek.

Závěr dubnového čísla je věnován informativnímu článku Lenky Žaitlikové ze Sdružení mladých ochránců přírody ČSOP o Ekologické olympiádě studentů středních škol, která se letos v březnu uskutečnila v prostorách VÚV TGM v Praze.

Vážení čtenáři, přejeme vám příjemné a inspirativní čtení.

Redakce VTEI

Historické změny užívání vody v českých povodích 3. řádu a naznačení možného vývoje dle nových regionálních klimatických modelů ČHMÚ

ONDŘEJ LEDVINKA, VÍT ŠTOVÍČEK, KATEŘINA VACKOVÁ, PAVEL COUFAL

Klíčová slova: odběr vody – vypouštění vody – akumulace vody – odovlivněný průtok – přirozený průtok – klimatické scénáře – SPI index – Česká republika

ABSTRAKT

Příspěvek představuje výsledky Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) získané při řešení dílčích cílů (DC) s názvy „Vývoj scénářů potřeb vody s ohledem na socioekonomický vývoj a vývoj klimatu“ (DC 1.1) a „Identifikace území s deficitními vodními zdroji“ (DC 1.2), jež jsou součástí projektu TA ČR č. SS02030027 „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu (Centrum Voda)“ a tvoří dílčí částí pracovního balíčku WP 1 zabývajícího se budoucností vody. Cílem ČHMÚ bylo vypočítat a zanalyzovat, jakým způsobem je ovlivněn průtok nad vodoměrnými stanicemi v Česku, a zjistit, jak se bude toto ovlivnění měnit v návaznosti na klimatickou změnu. Analyzována byla především měsíční data o celkovém ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích za referenční období 1991–2020. Důraz byl kladen na identifikaci trendů celkového ovlivnění v jednotlivých povodích a na lokalizaci míst s potenciálním rizikem klesajícího trendu v dostupnosti vody a rostoucího trendu v nárocích společnosti, a to např. porovnáním směrnic trendů v různých obdobích. Dále pak proběhl pokus o identifikaci území s deficitními vodními zdroji na základě klimatických scénářů SSP2-4.5 a SSP5-8.5 s využitím regionálních klimatických modelů vyvíjených v ČHMÚ. Analýza vlivu odběrů vod a klimatických změn na vodní zdroje v Česku ukazuje značnou regionální variabilitu. V některých oblastech, jako jsou jižní Morava, severozápadní Čechy a povodí Bíliny, byly zaznamenány výrazné změny v odběrech povrchových a podzemních vod, což může ovlivnit dostupnost vody. Klimatické scénáře naznačují rostoucí teploty vzduchu, přičemž pesimističtější scénář SSP5-8.5 předpovídá nárůst teploty do konce století až o 5 °C. Co se týče srážek, obecně platí, že scénáře předpovídají variabilnější vývoj. Scénář SSP2-4.5 ukazuje na mírný nárůst srážek, zatímco scénář SSP5-8.5 předpovídá výraznější změny s vyššími úhrny srážek v západní a jižní části Česka. Výpočet SPI indexu potvrzuje výskyt extrémně suchých a vlhkých období, přičemž rozdíly mezi jednotlivými povodími naznačují potřebu přizpůsobit vodohospodářská opatření regionálními podmínkám. Je nezbytné více se zabývat adaptací na změny vodního režimu a zaměřit se na zlepšení politiky ochrany vodních zdrojů a prevenci dopadů extrémních klimatických jevů.

ÚVOD

Voda je nezbytná pro existenci všech živých organismů a určuje fungování lidské společnosti. V důsledku klimatické změny dochází stále častěji k extrémním výkyvům počasí, jež vedou k nedostatku srážek a vzniku sucha, nebo naopak k extrémním srážkám a povodním. Jednou z příčin těchto změn je lidská společnost a její neustále se zvyšující nárok na vodu i jiné strategické suroviny [1].

Vodnost většiny vodních toků v Česku je ovlivněna antropogenní činností, přičemž od padesátých let 20. století dochází všeobecně ve světě k extrémnímu nárůstu tlaku na vodní zdroje [2]. Hodnoty naměřené ve vodoměrných stanicích více či méně odrážejí lidské aktivity, které zahrnují odběry povrchových a podzemních vod pro potřeby zemědělství, zejména závlah, a pro zásobování obyvatelstva a průmyslu. Na druhé straně jde o vypouštění odpadních vod do povrchových (a vzácně i do podzemních) vod, nebo záměrné zvýšení či snížení vodnosti toku manipulacemi na vodních nádržích [3].

Voda je často brána z jednoho povodí a vypouštěna do jiného o několik kilometrů dále. Např. v povodí Svitavy je podzemní voda odebírána pro zásobování brněnské aglomerace pitnou vodou a po využití sváděna do čistírny odpadních vod v Brně-Modřicích, ústící do Svatky [4]. To znamená, že naměřené hodnoty v obou povodích jsou silně ovlivněny antropogenní činností, a proto nelze přirozené průtoky měřit přímo, ale musejí se vypočítávat [2].

Jelikož je vodní tok hlavní proměnnou, která spojuje složky ekosystému pomocí hydrologických, biologických i geomorfologických procesů a procesů kvality vody, odhad přirozeného průtoku (u nás tzv. odovlivněný průtok; obecně dále značený jako QNE) se obvykle používá jako referenční veličina pro odhad hydrologické odezvy na klimatický režim, pro hodnocení ekologického stavu řeky a pro odhad množství potenciálně dostupné vody [5].

Tato práce se zaměřuje na analýzu vlivu odběrů, vypouštění a akumulace vody na průtoky ve vodoměrných stanicích na území Česka za referenční období 1991–2020. Součástí práce je také zhodnocení regionálních rozdílů v hydrologickém režimu českých povodí a identifikace oblastí, kde dochází k výrazným změnám v dostupnosti vody. Dále se práce věnuje posouzení oblastí s potenciálním deficitem vodních zdrojů, a to na základě klimatických scénářů SSP2-4.5 a SSP5-8.5. Výsledky této analýzy přispějí k efektivnímu řízení vodních zdrojů a hlubšímu porozumění změn vodního režimu.

METODIKA A POUŽITÁ DATA

Analýza ovlivnění průtoků užíváním vod (DC 1.1)

Vedle činností ostatních členů konsorcia prezentovaných již v [6] byla v DC 1.1 hlavním úkolem ČHMÚ analýza ovlivnění průtoků na území Česka užíváním vod. Základem byla měsíční data o celkovém ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích, vyjádřeném v procentech jako poměr změn průtoku ku QNE. Pracovně byla tato proměnná (a její časová řada) označena zkratkou OVLTOT. Formálně lze její výpočet vyjádřit jako

$$\text{OVLTOT} = \frac{\text{DELTA} - \text{SUMA}}{\text{QNE}} \cdot 100 [\%]$$

kde:

DELTA	představuje	celkové ovlivnění manipulacemi na nádržích v povodí nad danou stanicí (resp. rozdíl mezi objemy na začátcích měsíců)
SUMA	je	součet ovlivnění odběry a vypouštění

Každá proměnná související s ovlivněním byla napřed přepočtena na $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a opatřena adekvátním znaménkem. Záporné hodnoty OVLTOT pak značily převahu odběrů (včetně zadržování vody v nádržích), zatímco kladné hodnoty byly spjaty s převažujícím vypouštěním (včetně upouštění vody z nádrží). Tato data jsou pravidelně jednou ročně ukládána do databáze ČHMÚ spolu s dalšími dostupnými daty o ovlivnění platnými pro vodoměrné stanice (v souladu se zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, s vyhláškou MZe č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci, a do jisté míry také s vyhláškou MZe č. 252/2013 Sb., o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy). Zvláštní pozornost je při výpočtu QNE věnována rozlišení mezi odběry pouze z povrchových vod (které odráží charakteristika SUMAY, při níž vznikají hodnoty průtoků v databázi značené jako QNEY) a celkovými odběry (tzn. odběry z povrchových včetně podzemních vod; jež odráží charakteristika SUMAX, při níž vznikají hodnoty průtoků v databázi značené jako QNEY). Pro zachování homogenity časových řad vstupují do výpočtu charakteristiky SUMA jen územně příslušné objekty s povolením odebíraného nebo vypouštěného množství nad 6 000 m^3 za rok, resp. 500 m^3 za měsíc. Charakteristika DELTA zohledňuje pouze nádrže s povoleným objemem povrchové vody akumulované či vzduté větším než 1 000 000 m^3 . Pro aktuální analýzy bylo vybráno referenční období 1991–2020, přičemž kritérium úplnosti časových řad splňovalo celkem 346 vodoměrných stanic.

Zároveň byl v ČHMÚ vyvíjen R skript pro vlastní výpočet řad QNE. Funkcionalita skriptu závisí na správném umístění ovlivňujícího objektu prostřednictvím souřadnic, a proto bylo nutné provést kontrolu souřadnic vstupních dat ovlivnění. Speciálně se dbalo na vhodnou lokalizaci začátků a konců přivaděčů v systému rozvodnic tak, aby místo odběru (resp. vypouštění) logicky zapadalo do povodí se ztrátou (resp. nabýváním) vody. S koncem prací na WP 1 (červen 2024) již byla pro umístění objektů uvažována nejpodrobnější vrstva rozvodnic zveřejněná k 1. červenci 2024 na webových stránkách ČHMÚ s otevřenými prostorovými daty [7, 8]. Tato vrstva byla zkonstruována nad Digitálním modelem reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G; [9]). Vycházející hodnoty QNE byly porovnávány s hodnotami získanými ve VÚV TGM, který doposud prováděl jejich každoroční výpočet a předával je ČHMÚ.

Z důvodů vývoje R skriptu a výpočtu katastru M -denních vod za referenční období 1991–2020 byla vstupní data ovlivnění průtoků porovnávána mezi třemi hlavními zdroji, jimiž byly Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností

(systém ISPOP), soubory (exporty) od státních podniků Povodí a geografické vrstvy z Vodohospodářského informačního portálu VODA dostupné na <https://voda.gov.cz/>. Bylo zjištěno, že zdroje se liší počtem objektů a samotnými hodnotami, nicméně aktualizace (i ve smyslu oprav chyb) těchto zdrojů probíhá poněkud decentralizovaně, v čemž lze spatřovat velkou nejistotu. Proto byla provedena obecná kontrola polohy objektů, jejich duplicit a hodnot odběrů a vypouštění [10].

Data z Vodohospodářského informačního portálu VODA byla brána spíše jako doplňková, protože v době zpracování (tj. k ukončení prací na WP 1) sahala jen do roku 2020 oproti stavu na portále od srpna 2024 s daty sahajícími až k roku 2014. Na základě mezery v časové řadě, příp. změny v názvu objektu a v dalších atributech, byly vybrány objekty, jež se potenciálně dají spojit či rozdělit. Prováděla se také analýza vodních ploch, kde může zároveň docházet k reportování odběrů jak z vodní plochy, tak z vodního toku. Proto byly lokalizovány objekty odběrů, jež se nacházejí v těsné blízkosti vodních nádrží. Všechny tyto informace o vytipovaných objektech byly následně zaslány pobočkám ČHMÚ k manuálním kontrolám prostřednictvím databáze PostgreSQL s podporou GIS nástrojů (tj. PostGIS).

Pro mapové výstupy celkového ovlivnění byla zvolena vrstva rozvodnic 3. řádu, zahrnující 346 vybraných vodoměrných stanic s kompletní časovou řadou o celkovém procentu ovlivnění pro hydrologické období 1991–2020. Kompletní byly taktéž časové řady ostatních zkoumaných prvků. Pro každou stanicí byla nejprve vypočtena celková plocha povodí nad ní a její podíl k ploše povodí 3. řádu, v němž se stanice nachází. Celkové procento ovlivnění pro každé povodí bylo vypočteno jako součet celkového ovlivnění ve všech stanicích v daném povodí, přičemž vahou každé stanice byl vypočtený podíl plochy povodí nad danou stanicí. Celkové procento ovlivnění v jednotlivých povodích tudíž odpovídá především stanicím v ústí, příp. blízko ústí, kde je odvodňována největší plocha.

V další fázi byla provedena analýza trendu s cílem zjistit, zda ve vybraném období existují statisticky významné graduální změny v časových řadách prvků týkajících se ovlivnění průtoku českých řek. Byly zvoleny dvě statistické hladiny významnosti, a to $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$. Aplikován byl Mannův-Kendallův test pro přítomnost trendu [11–13] a jeho modifikace navržená v článku [14] tak, aby docházelo v případě významného autoregresního koeficientu při předpokládaném autoregresním modelu prvního řádu ke korekci rozptylu testové statistiky [15–17]. Výsledky pro každou stanicí a měsíc byly shrnuty do hodnoty standardizované testové statistiky Z (udávající směr případného trendu), p -hodnoty a Senova neparametrického odhadu směrnice trendu značeného SEN [18]. Tyto analýzy proběhly jak pro měsíční časové řady, tak pro roční časové řady.

Výsledky byly zpracovány pomocí R balíčku *modifiedmk* [19]. Případy, kdy p -hodnota klesla pod zvolenou hladinu významnosti, byly zakreslovány do map pomocí šipek lokalizovaných do míst, kde se nachází vodoměrná stanice. Šipka odchylující se od vodorovného směru, a to podle znaménka hodnot Z či SEN, znázornila trend rostoucí (číslo hodnoty bez znaménka), nebo klesající (číslo se znaménkem minus), podobně jako to bylo prováděno i v jiných pracích zabývajících se trendy v komponentách hydrologického cyklu na území Česka [20–22]. Z těchto analýz byly následně vytvořeny mapové výstupy.

Identifikace území s deficitními vodními zdroji (DC 1.2)

Hlavním podkladem pro zpracování zde byly dva datasey s denním krokem, a to především pro průměrnou denní teplotu vzduchu a denní úhrn srážek:

1. gridy vzniklé prostorovou interpolací staničních časových řad reprezentujících historické období 1961–2022, v ČHMÚ známé také pod označením GriSt_DenseNet (horizontální rozlišení 500 m, avšak doména omezena pouze na území Česka [23–26]),

2. CSV soubory představující výsledky bias korekce dvou vybraných scénářů regionálního klimatologického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ pro období 2015–2100 (horizontální rozlišení 2 325 m [27–31]).

Za využití gridů průměrné denní teploty a denních úhrnů srážek produktu 1) byl proveden výpočet denních časových řad gridů potenciální evapotranspirace (PET; dle [32]) a klimatické vodní bilance (zde jako rozdíl mezi srážkami a PET). Podkladové CSV soubory pocházející z produktu 2) byly převedeny do formátů GeoTIFF a NetCDF. Pro analýzu byly použity pouze dva scénáře, neboť jiné k dispozici ještě nebyly: střední klimatický scénář SSP2-4.5 a pesimističtější scénář SSP5-8.5. ČHMÚ následně využil rastry těchto scénářů pro zjišťování situace v povodích 3. řádu. Pro různé jiné potřeby byly časové řady gridů také agregovány do hrubších kroků, např. do měsíčního, aby byly řady a výsledky z nich pocházející porovnatelné s měsíčním krokem průtokových charakteristik.

Byla zkoumána změna průměrné měsíční teploty vzduchu a průměrného měsíčního úhrnu srážek oproti normálu za období 1991–2020 podle obou scénářů. Dále byl počítán index SPI (Standardized Precipitation Index), jenž slouží k odhadu vlhkých a suchých podmínek na základě úhrnu srážek. Tento index vychází ze směrodatné odchylky, o kterou se pozorované srážky liší od dlouhodobého průměru. Před výpočtem je však nutné časovou řadu srážek vhodně transformovat podle vybraného rozdělení pravděpodobnosti [33]. V tomto případě byl zvolen index SPI12, vypočítaný pro 12měsíční časové okno s gamma distribucí. Volba tohoto okna se ukázala jako vhodná mj. z důvodu, že byl odstraněn vliv sezonnosti, jak prokázaly i statistické testy v R balíčku *seastests* [34].

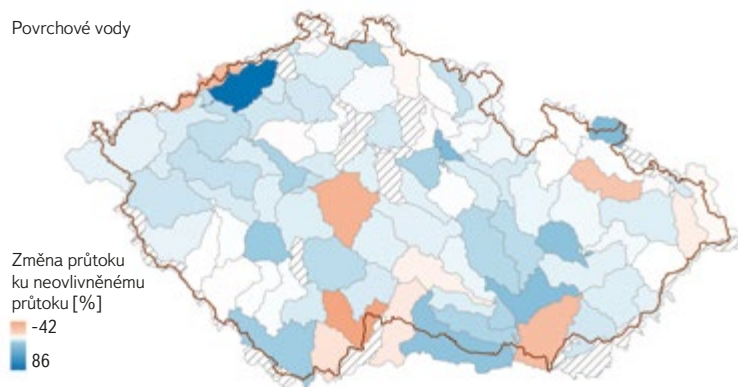
Na druhou stranu je však třeba zdůraznit, že SPI zohledňuje pouze srážky a nezohledňuje teplotu vzduchu. Tento problém řeší např. index SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index; viz např. [35]), jenž kombinuje jak srážky, tak teplotu vzduchu, a jeho hodnota může mít významný vliv na konečné výsledky analýzy. Proto je nutné interpretovat získané údaje s určitou rezervou – spíše jako ilustraci možného vývoje srážek a jejich (ne)dostatku v tomto století.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Analýza ovlivnění průtoků užíváním vod (DC 1.1)

Jak ukazuje *obr. 1*, nejvyšších hodnot celkového ovlivnění povrchových vod dosahovala povodí na jižní Moravě a povodí Osoblahy, Labe od Orlice po Loučnou a zejména povodí Bíliny (v tomto povodí však vstupovala data pouze z jedné vodoměrné stanice); nejnižších hodnot naopak povodí Rybné a Lužnice od Rybné po Nežárku, Sázavy od Želivky po ústí a Dyje od Svratky po ústí. Při

Povrchové vody



zahrnutí odběrů z podzemních vod byly vysoké hodnoty zjištěny opět u povodí na jižní Moravě a dále v povodích západních a severozápadních Čech. Nejvyšší hodnoty míry ovlivnění lze pozorovat u povodí Loděnice, Osoblahy a Oslavy. Nejnižší hodnoty byly naměřeny naopak u přítoků Freiberské Muldy, Šopavy a Flöhy, v povodích Moravy od Bečvy po Hanou, Rybné a Lužnice od Rybné po Nežárku či Svitavy.

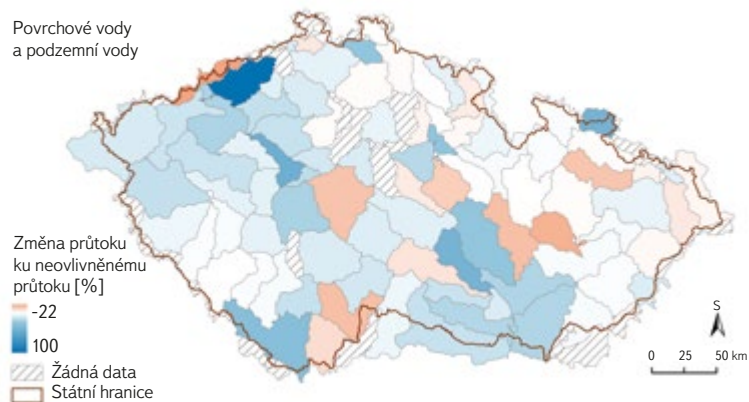
Z analýzy trendů pro referenční období 1991–2020 lze u odběrů a vypouštění vod vyzorovat rozdílné chování ve vybraných vodoměrných stanicích, často vytvářející nápadné shluky v několika oblastech (*obr. 2*). Z celkového hlediska však převládá napříč odběry a vypouštěním vod nulový trend. Ten byl v každé ze sledovaných skupin zjištěn u zhruba 230 z celkových 346 vodoměrných stanic (okolo 65 % všech stanic).

V případě odběrů povrchových vod včetně podzemních byl pozorován mírně klesající a mírně rostoucí trend u zhruba 8 % ze všech sledovaných stanic. Stejný poměr byl naměřen u stanic s významně rostoucím trendem. U 47 stanic byl pak zjištěn významně klesající trend (necelých 14 % ze všech stanic), tvořící nápadné shluky u stanic v severních Čechách (zejména povodí Ploučnice) a východních Čechách (povodí Metuje, Orlice od soutoku Divoké a Tiché Orlice po ústí a Loučné a Labe od Loučné po Chrudimku). Dalšími povodími s převahou významně klesajících trendů jsou povodí Moravské Sázavy a Moravy od Moravské Sázavy po Třebůvku, Třebůvky a Svitavy. Shluky mírně klesajících trendů lze pozorovat také u povodí ve Slezsku (Opava po Moravici, Olše a Odra po Opavu). Naopak zjištěné rostoucí trendy vytvářejí shluky v oblasti Vysočiny (především povodí Sázavy po Želivku, Svratky po Svitavu či Oslavy a Jihlavy od Oslavy po Rokytanu) nebo v povodí Dyje.

V případě odběrů jenom povrchových vod bylo naopak zjištěno pouze minimum stanic s rostoucím trendem. Klesající trendy byly zaznamenány u necelých 30 % sledovaných stanic, které jsou poměrně rovnoměrně rozloženy po celém území Česka. Převahu významně klesajících trendů lze opět pozorovat v oblasti severních Čech, zejména v povodích Lužické Nisy po Mandavu, Jizery a Kamenice. Další oblasti s klesajícími trendy jsou povodí Berounky a jejích přítoků, horního a středního toku Moravy a povodí jižních Čech (Vltava po Malši a Nežárka).

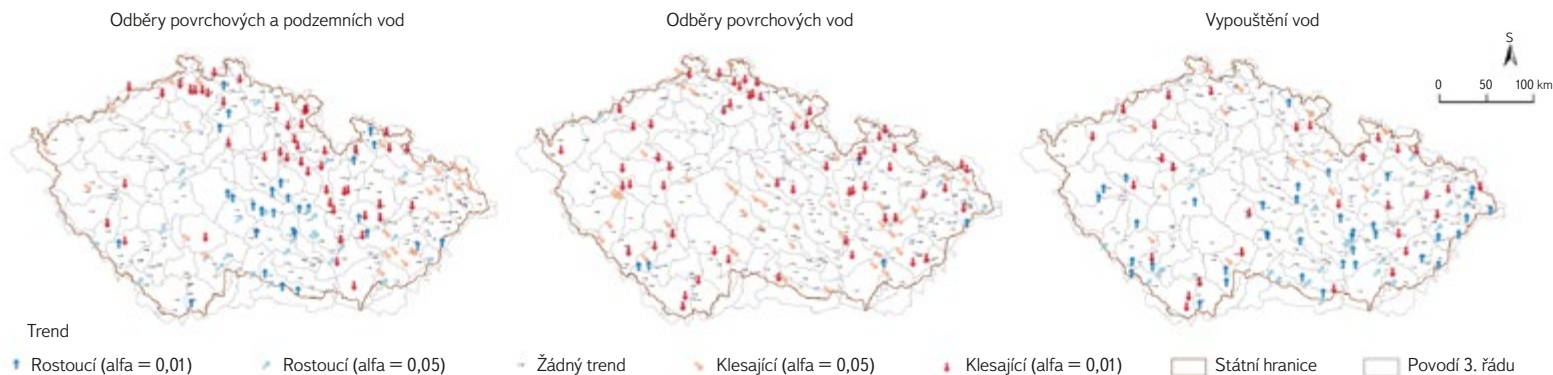
U vypouštění vod byla zjištěna mírná převaha rostoucích trendů (celkem 62 stanic) oproti trendům klesajícím (34 stanic). Oblasti s převahou rostoucích trendů tvoří povodí západních Čech (Mže po soutok s Radbuzou či Otava po Volyňku), jižní Moravy (Svratka a Svitava) a východní Moravy (Vsetínská a Rožnovská Bečva či Ostravice). Klesající trendy jsou více bodově rozmístěny, menší shluky se vyskytují v povodí Vltavy po Malši, Rakovnického potoka nebo Metuje.

Povrchové vody
a podzemní vody



Obr. 1. Poměr celkového ovlivnění průtoků pro povodí 3. řádu (referenční období 1991–2020)

Fig. 1. Ratio of total discharge influence for third-order catchments (reference period 1991–2020)

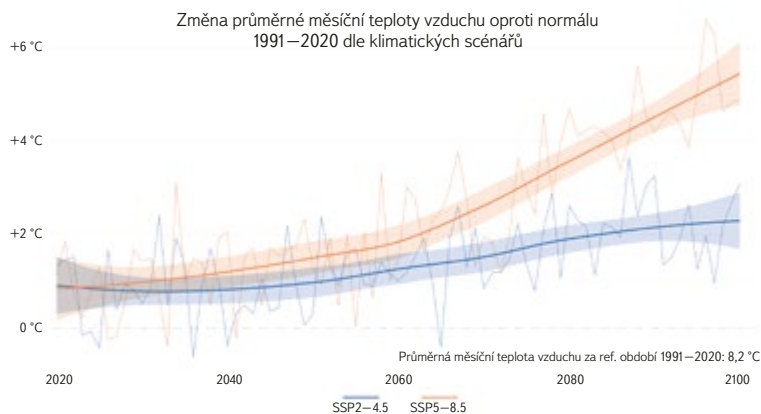


Obr. 2. Trendová analýza pro odběry a vypouštění vod (referenční období 1991–2020)

Fig. 2. Trend analysis for water withdrawals and disposals (reference period 1991–2020)

Identifikace území s deficitními vodními zdroji (DC 1.2)

Teploty vzduchu jsou, na rozdíl od srážek, dle očekávání rovnoměrněji rozloženy mezi jednotlivými povodími, což umožňuje analyzovat jejich změny pro celé území Česka. Ve srovnání s normálem z období 1991–2020 oscilují změny průměrné měsíční teploty mezi 0 °C a +2 °C u obou scénářů přibližně do roku 2055 (obr. 3). Od tohoto roku lze pozorovat výraznější nárůst změny teploty vzduchu u obou scénářů, zejména u pesimističtějšího scénáře SSP5-8.5. To potvrzují i vypočtené průměrné teploty pro jednotlivé dekády 21. století. Zatímco se změna průměrné měsíční teploty vzduchu oproti normálu pohybuje v prvních čtyřech dekáдах (mezi lety 2020–2060) v celorepublikovém měřítku okolo +1 °C, v dekadě 2060–2070 překračuje u scénáře SSP5-8.5 hodnotu +2 °C a průběžně roste až k extrémním +5 °C ke konci století. Naopak, podle scénáře SSP2-4.5 lze očekávat mírnější nárůst teploty vzduchu, s maximální změnou +2,4 °C v dekadě 2080–2090.



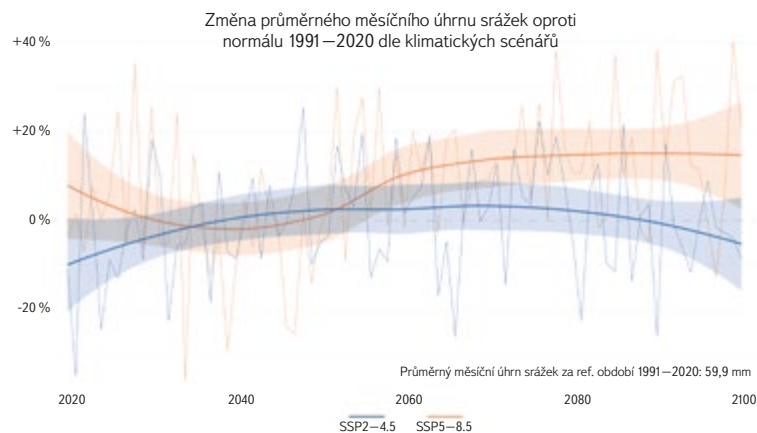
Obr. 3. Změna průměrné měsíční teploty vzduchu oproti normálu 1991–2020 dle klimatických scénářů; tučnou čarou znázorněna LOESS regrese [36] s 95% intervalem spolehlivosti

Fig. 3. Change in average monthly air temperature compared to the 1991–2020 normal based on climate scenarios; LOESS regression [36] with a 95% confidence interval shown in bold

U srážek jsou predikce více variabilní, přičemž průběh podle různých scénářů se výrazně liší (obr. 4). Z celorepublikového hlediska se podle scénáře SSP2-4.5 měsíční úhrn srážek dlouhodobě pohybuje okolo průměru referenčního období 1991–2020 (59,9 mm/měsíc). Přibližně od roku 2040 dochází k pozitivní změně úhrnu srážek, jež trvá téměř až do konce století.

Naopak scénář SSP5-8.5 naznačuje výraznější změny, podobně jako tomu bylo u vývoje teplot vzduchu. Kolem roku 2055 dochází k pozitivní změně

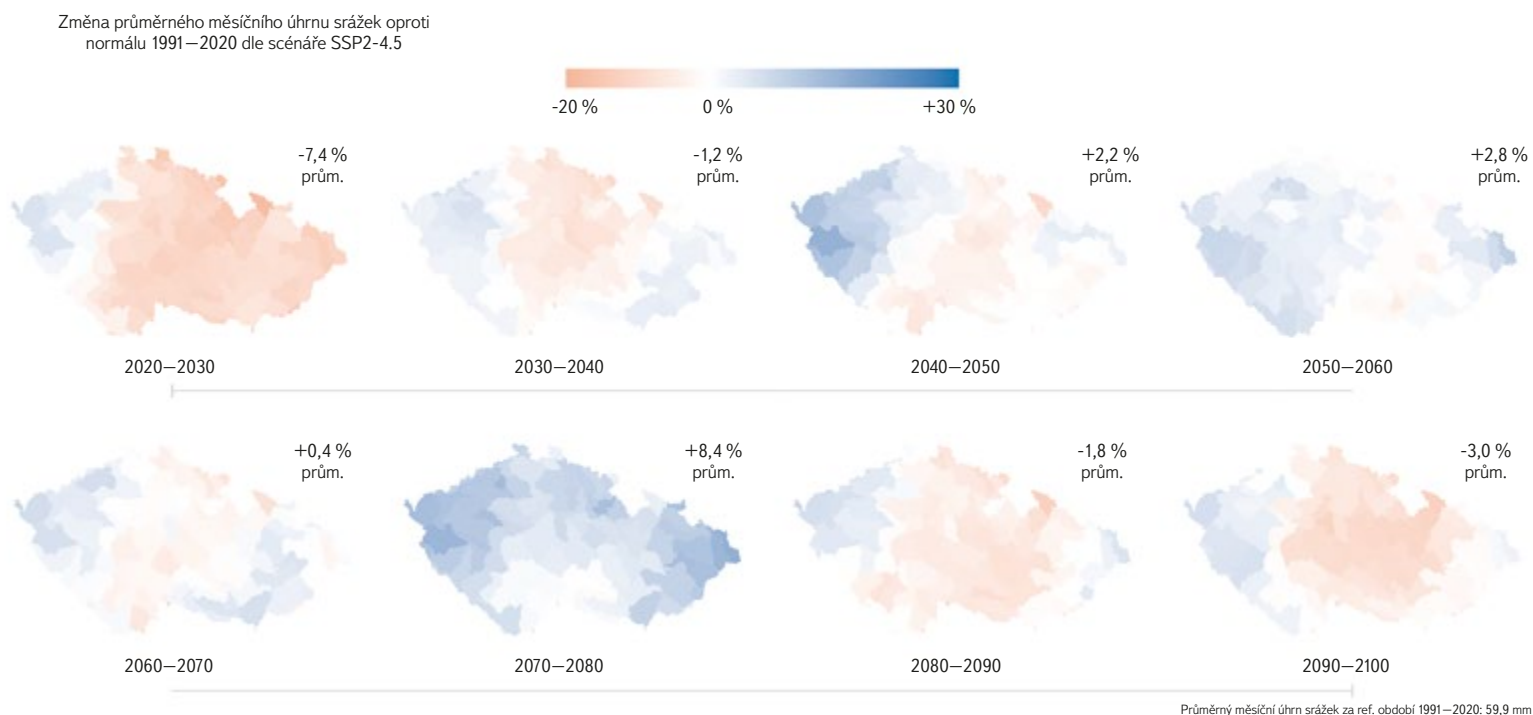
měsíčního úhrnu srážek oproti normálu z let 1991–2020. Podle tohoto scénáře se měsíční průměrné úhrny zvýší až o 15 %, přičemž tento růstový trend pokračuje konstantně až do konce století.



Obr. 4. Změna průměrného měsíčního úhrnu srážek oproti normálu 1991–2020 dle klimatických scénářů; tučnou čarou je znázorněna LOESS regrese [36] s 95% intervalem spolehlivosti

Fig. 4. Change in average monthly precipitation totals compared to the 1991–2020 normal based on climate scenarios; LOESS regression [36] with a 95% confidence interval shown in bold

Ačkoli výhledy celorepublikových průměrných měsíčních úhrnů srážek mohou působit poměrně optimisticky, průměry pro jednotlivá desetiletí vykazují významné rozdíly mezi povodími 3. řádu. Z mapových výstupů pro oba analyzované scénáře (obr. 5 a 6) lze na první pohled rozpoznat opakující se vzor napříč jednotlivými dekádami. Tím je přechod vyšších srážkových úhrnů na západě Česka přes srážkově chudší oblast, která se táhne od severu k jihu, zpět k srážkově bohatšímu východu naší republiky. Tento přechod je zjevný zejména u scénáře SSP2-4.5. Zatímco na západě republiky převládá kladná změna měsíčního úhrnu srážek oproti normálu napříč všemi dekádami, v severní, střední a jižní části Česka je tato změna mírně záporná. Výjimku tvoří dekáda 2020–2030, vyznačující se zápornou změnou téměř ve všech povodích (celorepublikový průměr -7,4 %) a naopak srážkově bohatá dekáda 2070–2080 (průměr +8,4 %). Scénář SSP5-8.5 predikuje pro severo-jížní pás Česka v prvních třech dekáдах zesilující negativní změnu průměrných měsíčních srážek oproti normálu 1991–2020, přičemž na východě a západě jde o přechod z mírně kladných do nulových hodnot. Po zbytek století se ovšem predikce pohybuje výhradně v kladných změnách úhrnu srážek napříč všemi povodími. Celorepublikový průměr pak



Obr. 5. Změna průměrného měsíčního úhrnu srážek oproti normálu 1991–2020 dle scénáře SSP2-4.5 v jednotlivých desetiletích v povodích 3. řádu

Fig. 5. Change in average monthly precipitation totals compared to the 1991–2020 normal according to the SSP2-4.5 scenario in individual decades for third-order catchments

neklesne od roku 2050 pod +10 %, s maximy v dekadách 2070–2080 (+16,3 %) a 2090–2100 (+17,4 %).

Pro upřesnění mapových výstupů jak teplot vzduchu, tak i srážek je třeba dodat, že hodnoty v některých pohraničních povodích se někdy mohou výrazněji lišit oproti hodnotám v sousedním povodí. Daný rozdíl je způsoben oříznutím rastru určité velikosti menší plochou povodí, díky čemuž může dojít k extrakci pouze jedné hodnoty/pixelu (tj. hodnota průměrného měsíčního úhrnu srážek/teploty vzduchu) pro zájmovou část povodí. Nejde tedy o chybu výpočtu, nýbrž o výsledek nezbytné extrakce rastru.

Poslední provedenou analýzou byl výpočet indexu SPI, který je využíván k odhadu vlhkých/suchých podmínek na základě úhrnu srážek. Konkrétně jde o směrodatnou odchylku, o kterou by se pozorované srážky lišily od dlouhodobého průměru, přičemž se před výpočtem musí časová řada srážek nejdříve transformovat na veličinu se standardním Gaussovým rozdělením (jeho kvantilovou funkcí) za využití distribuční funkce rozdělení, u kterého se předpokládá dobré vystižení empirických hodnot [33]. V tomto případě byl zvolen index vypočítaný pro 12měsíční časové okno SPI12 (s potenciálním odstraněním vlivu sezonnosti) s rozdělením gama.

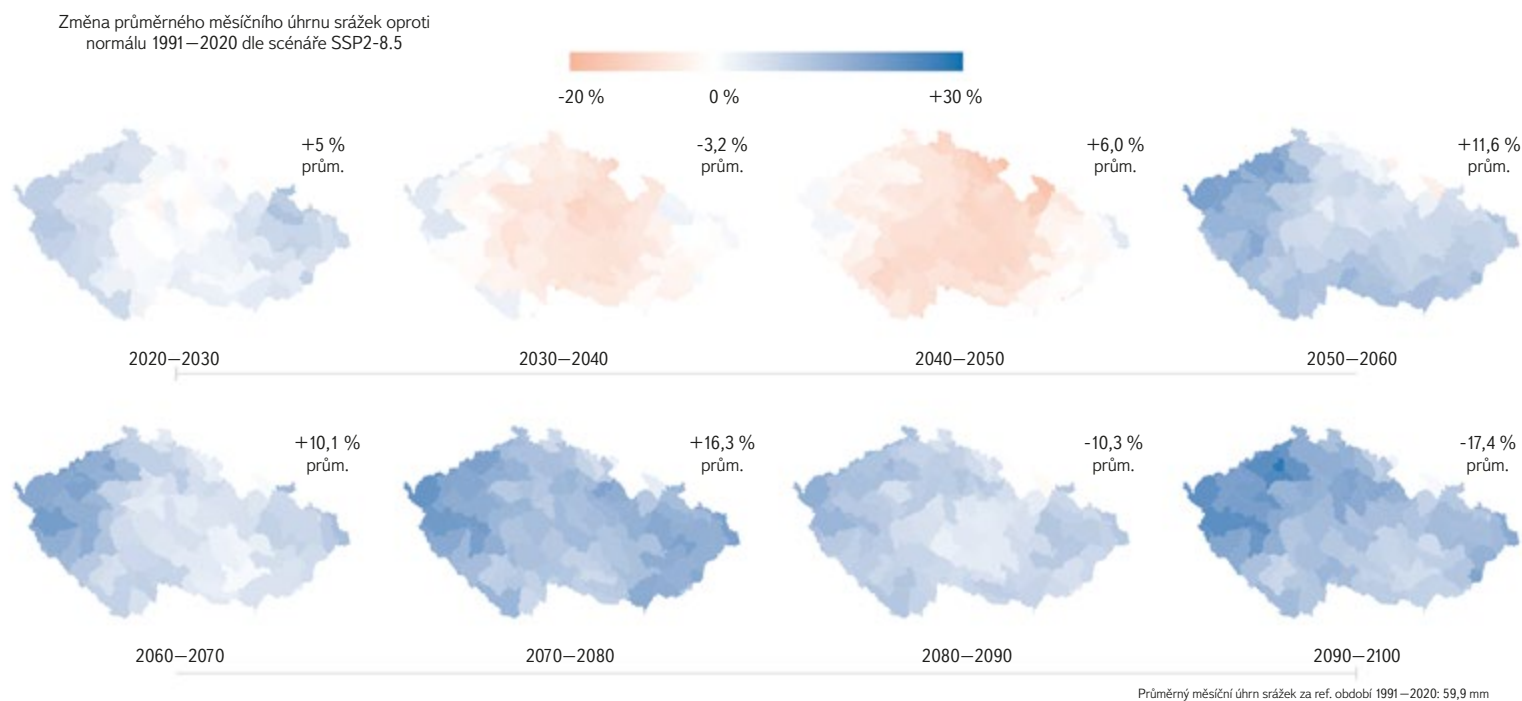
Dle simulovaných hodnot úhrnu srážek využívajících scénář SSP2-4.5 lze odhadovat extrémně suchá období v průběhu dvacátých let a kolem let 2065, 2082, 2091 nebo 2094. Výjimečně až extrémně suché podmínky se vyskytují méně často v povodí Odry, naopak významnější epizodu okolo roku 2058 vykazují povodí Bíliny a Ohře. Extrémně a výjimečně vlhké podmínky napříč povodími byly simulovány koncem čtyřicátých let a zejména v druhé polovině sedmdesátých let, v povodí Moravy pak především začátkem sedmdesátých let. Dle pesimističtějšího scénáře SSP5-8.5 se epizody sucha a vlhka tolik nestřídají. Simulována byla dvě výraznější období. První období 2035–2050 zahrnuje čtyři výrazné epizody sucha, zatímco druhé období 2075–2095 obsahuje šest výrazných epizod vlhka. I zde lze najít zjevné rozdíly mezi povodími. Např. epizoda sucha kolem roku 2040 se neprojevuje v povodích Ostravice, Opavy a Moravy, zatímco epizoda vlhka v roce 2055 v povodí Odry a v roce 2086 v povodí Labe.

ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

V příspěvku byly prezentovány základní výsledky, k nimž ČHMÚ dospěl v rámci pracovního balíčku WP 1 „Centra Voda“. Kromě toho byly stručně nastíněny i nedostatky a nejistoty, kterými byly a jsou analýzy doprovázeny. Jako velmi palčivou lze chápat např. situaci okolo dat týkajících se ovlivnění průtoku v českých řekách. Existuje několik zdrojů těchto dat, jež nejsou korektně aktualizována, pokud jde např. o nalezené chyby. Tato data jsou navíc využívána v různých dalších projektech, což má za následek vznik nových webových (mapových) aplikací nabízejících jejich prezentaci, a to pak zhoršuje orientaci zpracovatelů takových dat [10]. Vzhledem k tomu, že od roku 2025 (tedy nejprve s daty za rok 2024) přechází výpočet odovlivněných průměrných měsíčních průtoků pod hlavičku ČHMÚ, bude zapotřebí kvalitu dat ovlivnění pečlivě konzultovat s pracovníky státních podniků Povodí. V opačném případě může být vyvinutý R skript pro výpočet odovlivnění sebelepší, a přesto nebude dávat uspokojivé výsledky. I z toho důvodu je plánována další údržba a verzování skriptu přes vývojářskou platformu GitHub (např. <https://github.com/ledvinkao>). Možné jsou i jeho různé varianty v závislosti na zdroji dat.

Analýza ovlivnění průtoků a vodních zdrojů v Česku, a to jak v oblasti odběrů povrchových a podzemních vod, tak i ve vztahu k predikcím klimatických změn, ukazuje na složitý a regionálně diferencovaný charakter těchto změn. Výsledky analýzy ukazují na signifikantní variabilitu mezi jednotlivými povodími, což podtrhuje potřebu individuálního přístupu k hodnocení a řízení vodních zdrojů v různých částech země. V oblastech, jako jsou jižní Morava, severozápadní Čechy a povodí Bíliny, se projevují výrazné změny v odběrech podzemních a povrchových vod, což může mít dlouhodobé důsledky pro dostupnost vody v těchto regionech. Naopak v některých oblastech jižních a východních Čech byly pozorovány nižší hodnoty ovlivnění – může to naznačovat větší stabilitu vodního režimu v těchto regionech.

Předpovědi klimatických scénářů ukazují na rostoucí teploty vzduchu v průběhu 21. století, pesimističtější scénář SSP5-8.5 naznačuje dokonce výrazné zvýšení teploty až o 5 °C na konci století. Změny teploty vzduchu budou mít přímý vliv na vodní bilanci v Česku, přičemž regiony s vyššími teplotami budou čelit



Obr. 6. Změna průměrného měsíčního úhrnu srážek oproti normálu 1991–2020 dle scénáře SSP5-8.5 v jednotlivých desetiletích v povodích 3. řádu

Fig. 6. Change in average monthly precipitation totals compared to the 1991–2020 normal according to the SSP5-8.5 scenario in individual decades for third-order catchments

zvýšenému výparu a změnám v dostupnosti vodních zdrojů. Co se týče srážek, scénář SSP2-4.5 ukazuje spíše mírný nárůst úhrnu srážek s regionálními rozdíly, zatímco scénář SSP5-8.5 naznačuje výrazně vyšší nárůst srážek zejména v západní a jižní části Česka.

Výpočet SPI indexu potvrzuje výskyt extrémních suchých a vlhkých období v průběhu 21. století a je zřejmé, že mezi jednotlivými povodími jsou přítomny rozdíly. Scénář SSP2-4.5 predikuje období extrémního sucha kolem roku 2065 a v devadesátých letech, zatímco extrémní vlhko se projeví na konci čtyřicátých let a v sedmdesátých letech. U scénáře SSP5-8.5 jsou tyto výkyvy méně časté, ale přesto se očekávají hojnější období sucha a vlhka ve specifických dekádách, přičemž některé oblasti, např. povodí Odry, budou čelit častějším vlhkým epizodám.

Celkově výsledky ukazují na potřebu adaptace vodního hospodářství na změny, které přinese vývoj klimatu. Je nezbytné zaměřit se na regionální specifika, protože klimatické změny nepostihnou Česko rovnoměrně. Bude nutné přizpůsobit správu vodních zdrojů s ohledem na předpokládaný vývoj v povodích, jež vykazují různé trendy v odběrech i vypouštění vod. To zahrnuje nejen zlepšení vodohospodářské politiky a strategie pro ochranu vodních zdrojů, ale i přehodnocení infrastrukturálních projektů a opatření pro zmírnění dopadů extrémních klimatických podmínek, jako jsou sucha a povodně. Významnou roli zde budou hrát i preventivní opatření zaměřená na zadržování vody v krajině.

S ohledem na existenci klimatologických dat ve formě gridů, jejichž počet se bude jistě zvyšovat, má Česko vykročeno dobrým směrem. Českým vodohospodářům mohou být nápomocny další informace odvozené na bázi gridů, jako jsou např. indexy předchozích srážek nebo sezonní hydrologické predikce, jejichž vývoj de facto s těmito gridy již započal [37, 38].

Poděkování

Článek byl zpracován v rámci projektu č. S502030027 „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu“ řešeného s finanční podporou Technologické

agentury ČR v rámci podprogramu 3 – Dlouhodobé environmentální a klimatické perspektivy programu SS – Program aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí – Prostředí pro život. Autoři děkují oběma recenzentům za podnětné připomínky, které významně přispěly ke zlepšení kvality rukopisu.

Literatura

- [1] LIEBLOVÁ, D., MATĚJKA, Z. Klimatické změny a hrozba nedostatku vody v České republice. In: STEJSKAL, J., KRUPKA, J. (eds.). *Sborník příspěvků z 11. mezinárodní konference „Veřejná správa 2016“* [on-line]. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2016, s. 71–78. Dostupné z: <https://fes.upce.cz/fes/veda-vyzkum/konference/verejna-sprava/archiv.html>
- [2] TERRIER, M., PERRIN, Ch., DE LAVENNE, A., ANDRÉASSIAN, V., LERAT, J., VAZE, J. Streamflow Naturalization Methods: A Review. *Hydrological Sciences Journal* [on-line]. 2021, 66(1), s. 12–36. ISSN 0262-6667, 2150-3435. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1839080>
- [3] BRANDT, M. J., JOHNSON, K. M., ELPHINSTON, A. J., RATNAYAKA, D. D. *Twort's Water Supply*. 7. vyd. Amsterdam: Elsevier, 2017. ISBN 978-0-08-100025-0.
- [4] BARTA, B., BORÁKOVÁ, J. Ovlivnění průtoků ve vybraných vodoměrných stanicích ČHMÚ aneb Co (ne)teče ve vodních tocích? In: ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T. (eds.). *Hospodaření s vodou v krajině. Třeboň 13.–14. 6. 2019* [on-line]. Praha: ČHMÚ, 2019. 18 s. ISBN 978-80-87577-88-2. Dostupné z: <http://cbks.cz/SbornikTreb2019/Barta.pdf>
- [5] POFF, N. L., ALLAN, J. D., BAIN, M. B., KARR, J. R., PRESTEGAARD, K. L., RICHTER, B. D., SPARKS, R. E., STROMBERG, J. C. The Natural Flow Regime. *BioScience* [on-line]. 1997, 47(11), s. 769–784. ISSN 0006-3568, 1525-3244. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/1313099>
- [6] DLABAL, J., VYSKOC, P., BINDZAR, J., POTOPOVÁ, V., SCHWARZOVÁ, P., TRNKA, M., DOSTÁL, T., DOČKAL, M., SEMERÁDOVÁ, D., ARBELAEZ GAVIRIA, J., ŠTĚPÁNEK, P., JÁČKOVÁ, A., MUSIOLKOVÁ, M., KULT, A. Scénáře budoucí potřeby vody do roku 2050: sektorové analýzy a prognózy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* [on-line]. 2024, 66(6), s. 26–44. ISSN 0322-891. Dostupné z: <https://doi.org/10.46555/vtei.2024.09.001>
- [7] ČÚZK. *Geoportál. ZABAGED* – Výškopis – DMR 5G. Digitální model reliéfu České republiky 5. generace v S-JTSK, Bpv* [on-line]. 12. říjen 2023 [citováno 2025-01-12]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(kalbervdqcs2a3b5eics2jvn\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302](https://geoportal.cuzk.cz/(S(kalbervdqcs2a3b5eics2jvn))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=302)
- [8] TYL, R., ŠERCL, P. Nové rozvodnice povodí 1. až 4. řádu [on-line]. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2024, 66(4), s. 38–43. ISSN 0322-891. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2024/07/6669-VTEI-4-Tyl.pdf>

[9] ČHMÚ. *Open data ČHMÚ. Otevřená prostorová data ČHMÚ* [on-line]. 2024 [citováno 2025-01-12]. Dostupné z: <https://open-data-chmi.hub.arcgis.com/>

[10] LEDVINKA, O. Reconstructing the Database of Anthropogenic Influences on Discharge in Czechia. In: TEJDL, A., BĀČOVÁ, M., KAVKA, P. (eds.). *Hydrologie, GIS a životní prostředí 2023. Bechnerův statek, Lány & Amálie. 14. 6.–15. 6. 2023. Sborník Hydrologie, GIS a životní prostředí 2023* [on-line]. Praha: ČVUT v Praze, 2023, s. 10. ISBN 978-80-01-07207-3. Dostupné z: <https://storm.fsv.cvut.cz/cinnost-katedry/konference/gis-a-zp/?lang=cz>

[11] KENDALL, M. G. A New Measure of Rank Correlation. *Biometrika* [on-line]. 1938, 30(1), s. 81–93. ISSN 0006-3444. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/2332226>

[12] KENDALL, M. G., GIBBONS, J. D. *Rank Correlation Methods*. 5. vyd. New York: Oxford University Press, 1990. ISBN 978-0-19-520837-5.

[13] MANN, H. B. Nonparametric Tests against Trend. *Econometrica* [on-line]. 1945, 13(3), s. 245–259. ISSN 0012-9682. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/1907187>

[14] YUE, S., WANG, Ch. Y. The Mann-Kendall Test Modified by Effective Sample Size to Detect Trend in Serially Correlated Hydrological Series. *Water Resources Management* [on-line]. 2004, 18(3), s. 201–218. ISSN 0920-4741. Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/B:WARM.0000043140.61082.60>

[15] BAYLEY, G. V., HAMMERSLEY, J. M. The „Effective“ Number of Independent Observations in an Autocorrelated Time Series. *Supplement to the Journal of the Royal Statistical Society* [on-line]. 1946, 8(2), s. 184–197. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/2983560>

[16] LETTENMAIER, D. P. Detection of Trends in Water Quality Data from Records with Dependent Observations. *Water Resources Research* [on-line]. 1976, 12(5), s. 1037–1046. ISSN 0043-1397. Dostupné z: <https://doi.org/10.1029/WR012i005p1037>

[17] MATALAS, N. C., LANGBEIN, W. B. Information Content of the Mean. *Journal of Geophysical Research* [on-line]. 1962, 67(9), s. 3 441–3 448. ISSN 0148-0227. Dostupné z: <https://doi.org/10.1029/JZ067i009p03441>

[18] SEN, P. K. Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association* [on-line]. 1968, 63(324), s. 1 379–1 389. ISSN 0162-1459. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/2285891>

[19] PATAKAMURI, S. K., O'BRIEN, N. *modifiedmk: Modified Versions of Mann Kendall and Spearman's Rho Trend Tests* [on-line]. R package version 1.6. 2021. Dostupné z: <https://CRAN.R-project.org/package=modifiedmk>

[20] FIALA, T., OUARDA, T. B. M. J., HLADNÝ, J. Evolution of Low Flows in the Czech Republic. *Journal of Hydrology* [on-line]. 2010, 393(3–4), s. 206–218. ISSN 0022-1694. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.08.018>

[21] LEDVINKA, O. Evolution of Low Flows in Czechia Revisited. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences* [on-line]. 2015, 369, s. 87–95. ISSN 2199-899X. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/piahs-369-87-2015>

[22] LEDVINKA, O. Nonstationarities in Technical Precipitation Series in Czechia. *Acta Hydrologica Slovaca*. 2015, 16(TC 1), s. 199–207. ISSN 2644-4690.

[23] LAMACOVA, A., LEDVINKA, O., BOHDALKOVA, L., OULEHLE, F., KREISINGER, J., VLNAS, R. Response of Spring Yield Dynamics to Climate Change across Altitude Gradient and Varied Hydrogeological Conditions. *Science of The Total Environment* [on-line]. 2024, 921, 171082. ISSN 0048-9697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171082>

[24] LEDVINKA, O., LAMAČOVÁ, A. Změny ve vydatnosti pramenů na území Česka v letech 1971–2020. In: TOLASZ, R., POLCAROVÁ, E. (eds.). *První konference PERUN* [on-line]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2023, s. 175–178. ISBN 978-80-7653-063-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8.22>

[25] ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., FARDA, A. Experiences with Data Quality Control and Homogenization of Daily Records of Various Meteorological Elements in the Czech Republic in the Period 1961–2010. *Idojaras*. 2013, 117(1), s. 123–141. ISSN 0324-6329.

[26] ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., HUTH, R. Interpolation Techniques Used for Data Quality Control and Calculation of Technical Series: An Example of a Central European Daily Time Series. *Idojaras*. 2011, 115(1–2), s. 87–98. ISSN 0324-6329.

[27] CANNON, A. J. Multivariate Quantile Mapping Bias Correction: An N-Dimensional Probability Density Function Transform for Climate Model Simulations of Multiple Variables. *Climate Dynamics* [on-line]. 2018, 50(1–2), s. 31–49. ISSN 0930-7575, 1432-0894. Dostupné z: doi: 10.1007/s00382-017-3580-6

[28] DÉQUÉ, M. Frequency of Precipitation and Temperature Extremes over France in an Anthropogenic Scenario: Model Results and Statistical Correction according to Observed Values. *Global and Planetary Change* [on-line]. 2007, 57(1–2), s. 16–26. ISSN 0921-8181. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.11.030>

[29] HOLTANOVÁ, E., HALENKA, T. Scénáře změny klimatu. In: TOLASZ, R., POLCAROVÁ, E. (eds.). *První konference PERUN* [on-line]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2023, s. 27–33. ISBN 978-80-7653-063-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8.03>

[30] RĀTY, O., RĀISĀNEN, J., YLHĀISI, J. S. Evaluation of Delta Change and Bias Correction Methods for Future Daily Precipitation: Intermodel Cross-Validation Using ENSEMBLES Simulations. *Climate Dynamics* [on-line]. 2014, 42(9–10), s. 2 287–2 303. ISSN 0930-7575, 1432-0894. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00382-014-2130-8>

[31] ŠUSTKOVÁ, V., BERCHA, Š., JIRÁK, J. Long-Term Changes and Future of Snow in the Czech Republic. In: TOLASZ, R., POLCAROVÁ, E. (eds.). *První konference PERUN* [on-line]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2023, s. 220–235. ISBN 978-80-7653-063-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8.28>

[32] OUDIN, L., HERVIEU, F., MICHEL, C., PERRIN, Ch., ANDRÉASSIAN, V., ANCTIL, F., LOUMAGNE, C. Which Potential Evapotranspiration Input for a Lumped Rainfall–Runoff Model?: Part 2 – Towards a Simple and Efficient Potential Evapotranspiration Model for Rainfall–Runoff Modelling. *Journal of Hydrology* [on-line]. 2005, 303(1–4), s. 290–306. ISSN 0022-1694. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.08.026>

[33] MCKEE, T. B., DOESKEN, N. J., KLEIST, J. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. In: *Eighth Conference on Applied Climatology*. Anaheim, CA: American Meteorological Society, 1993, s. 179–186.

[34] OLLECH, D. *seastests: Seasonality Tests* [on-line]. R package version 0.15.4. 2021. Dostupné z: <https://CRAN.R-project.org/package=seastests>

[35] VICENTE-SERRANO, S. M., BEGUERÍA, S., LÓPEZ-MORENO, J. I. A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate* [on-line]. 2010, 23(7), s. 1696–1718. ISSN 0894-8755, 1520-0442. Dostupné z: <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>

[36] CLEVELAND, W. S., GROSSE, E., SHYU, W. M. Local Regression Models. In: CHAMBERS, J. M., HASTIE, T. S. (eds.) *Statistical Models in S*. Pacific Grove, CA: Wadsworth & Brooks/Cole, 1992, Wadsworth & Brooks/Cole Computer Science Series, s. 309–376. ISBN 978-0-534-16765-3.

[37] DANHELKA, J., TUTEJA, N., WOOD, A. *Guidelines on Seasonal Hydrological Prediction* [on-line]. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2021. WMO-No. 1271. ISBN 978-92-63-11274-3. Dostupné z: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22062#Yk63sP2xUuU

[38] LEDVINKA, O., VACKOVA, K., STOVICEK, V. Predictability of Monthly Precipitation and Air Temperature in Czechia Based on Selected Large-Scale Climate Pattern Indices. In: *The 28th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics: IUGG Berlin 2023* [on-line]. Berlin: C-IN, 2023. Dostupné z: https://c-in.floq.live/event/iugg2023berlin/daily_program_iahs?objectClass=timeslot&objectId=649483f664c73802ac745a4c&type=detail

Autoři

Mgr. Ondřej Ledvinka, Ph.D.^{1,2}

✉ ondrej.ledvinka@chmi.cz

ORCID: 0000-0002-0203-7064

Mgr. Vít Štoviček^{1,3}

✉ vit.stovicek@chmi.cz

ORCID: 0000-0002-4997-8056

Bc. Kateřina Vacková^{1,2}

✉ katerina.vackova@chmi.cz

ORCID: 0000-0002-8793-9381

RNDr. Pavel Coufal⁴

✉ pavel.coufal@chmi.cz

ORCID: 0000-0001-6291-0577

¹Český hydrometeorologický ústav, Praha (Česká republika)

²Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha (Česká republika)

³Fakulta životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze (Česká republika)

⁴Český hydrometeorologický ústav, Brno (Česká republika)

Príspevek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2025.01.001

ISSN 0322-8916/© 2025 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

HISTORICAL CHANGES IN WATER USE IN CZECH THIRD-ORDER CATCHMENTS AND INDICATIONS OF POTENTIAL TRENDS BASED ON NEW REGIONAL CLIMATE MODELS BY THE CHMI

LEDVINKA, O.^{1,2}; STOVICEK, V.^{1,3}; VACKOVA, K.^{1,2}; COUFAL, P.⁴

¹Czech Hydrometeorological Institute, Prague (Czech Republic)

²Faculty of Science of Charles University, Prague (Czech Republic)

³Faculty of Environmental Sciences of the Czech University of Life Sciences
Prague (Czech Republic)

⁴Czech Hydrometeorological Institute, Brno (Czech Republic)

Keywords: water withdrawal – water disposal –
water accumulation – unaffected discharge – natural discharge –
climate scenarios – SPI index – Czech Republic

The article presents the results of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) obtained when addressing the sub-objectives “Scenarios of future water needs for different climate scenarios and individual sectors of water use” (DC 1.1) and “Identification of areas with deficient water resources” (DC 1.2), which are part of TA CR project No. SS02030027 “Water systems and water management in the Czech Republic in conditions of climate change (Water Centre)” and constitute specific tasks within the work package WP1 focusing on the future of water. The aim of the CHMI was to calculate and analyse how river flows upstream of gauging stations in Czechia are influenced by water use and to determine how this influence may change in relation to climate change. Mainly, the monthly data of the total discharge influence at gauging stations for the reference period 1991–2020 were analysed. The emphasis was placed on identifying trends in the total influence within individual river basins and localising areas at potential risk of declining water availability and increasing societal demands. For instance, trend slopes were compared across different time periods. Furthermore, an attempt was made to identify areas with deficient water resources based on the SSP2-4.5 and SSP5-8.5 climate scenarios using regional climate models developed at the CHMI. The analysis of the impacts of water withdrawals and climate change on water resources in Czechia revealed significant regional variability. In some regions, such as southern Moravia, northwestern Bohemia, and the Bílina River basin, significant changes in surface and groundwater withdrawals were observed, potentially affecting water availability. Climate scenarios indicate rising air temperatures, with the more pessimistic SSP5-8.5 scenario predicting an increase of up to 5 °C by the end of the century. Regarding precipitation, the SSP2-4.5 scenario suggests a slight increase, while SSP5-8.5 predicts more pronounced changes with higher precipitation totals in the western and southern parts of Czechia. The calculation of the Standardized Precipitation Index (SPI) confirms the occurrence of extreme dry and wet periods, with differences between river basins highlighting the need to tailor water management measures to regional conditions. Adaptation to changes in the hydrological regime, improvement of water resource protection policies, and prevention of the impacts of extreme climatic events must become priorities.



Měření a modelování změn odtokového režimu v návaznosti na kalamitní rozpad a regeneraci porostů v lesních povodích v Jeseníkách

JAN UNUCKA, MARTIN ADAMEC, IRENA PAVLÍKOVÁ, ONDŘEJ ŠPULÁK, VÍT ŠRÁMEK, KATEŘINA HELLEBRANDOVÁ

Klíčová slova: hydrologické modelování – porostní modelování – povodí Černé Opavy – HEC-HMS – MIKE SHE – SWAT

ABSTRAKT

V článku jsou prezentovány dílčí výsledky monitoringu a modelování na experimentálních lesních povodích Suchého, Sokolího a Slučího potoka, což jsou pravostranné přítoky Černé Opavy v CHKO Jeseníky. Tyto výsledky vznikaly od roku 2022 díky projektu NAZV č. QK22010189 „*Vliv odlesnění na vodní režim malých povodí*“ s pracovním názvem DEFOREST, který evokuje také hlavní cíl projektu – pokusit se postihnout změny v dynamice porostů (rozpad, řízená a spontánní sukcese apod.) a v odtokovém režimu těchto povodí s ohledem na tzv. kůrovcovou kalamitu a na ni navazující kalamitní těžbu. Na všech těchto experimentálních povodích byl založen monitoring vybraných prvků hydrologického režimu (např. srážky na volné ploše, podkorunové srážky, objemové půdní vlhkosti, sněhoměrná čidla), včetně stacionárního měření vodních stavů v závěrových profilech všech tří dílčích povodí. Pro modelování porostních změn a hydrologické odezvy na tyto změny byly použity porostní modely (včetně vlastní vyvíjené aplikace DEFOREST) a hydrologické modely HEC-HMS, SIMWE, MIKE SHE a SWAT. Extrémní povodeň v září 2024 do značné míry zničila vodoměrné stanice a přemodelovala koryta vodních toků, takže v roce 2025 se projektový tým bude soustředit na obnovu monitoringu.

ÚVOD

Lesnicko-hydrologický monitoring na experimentálních povodích má v České republice (ČR) poměrně dlouhou tradici, za všechny lze jmenovat např. experimentální povodí Červík a Malá Ráztoka v Beskydech, která jsou nepřetržitě monitorována a vyhodnocována od roku 1954. Pro srovnání na nejstarším experimentálním povodí Coweeta v Apalačském pohoří bylo zahájeno soustavné měření v roce 1911 [1, 2]. Další z dlouhodobě pozorovaných povodí Hubbard Brook v USA bylo zprovozněno až v roce 1955 [3]. Monitoring meteorologických a hydrologických prvků v rámci WMO a ČHMÚ upravují odborné metodické pokyny, jež respektuje i monitoring VÚLHM, který v zásadě tyto základní sady dat rozšiřuje o další, jako jsou již zmiňované objemové půdní vlhkosti či srovnání podkorunových srážek se srážkami na volné ploše, což jsou mimo jiné i zásadní prvky pro parametrizaci hydrologických modelů. Mezi dalšími pokusy z hlediska monitoringu dynamiky regenerace a sukcese lesního ekosystému na těchto povodích byla i montáž sady vlhkostních čidel instalovaných pod mechový kryt a mimo něj, přičemž dosavadní výsledky přesvědčily realizační tým o vhodnosti pokračování tohoto monitoringu. Na úrovni hydrologického

modelování existuje poměrně velké množství odborné literatury a případových studií. Mezi nejzásadnější monografie obsahující teoretický background i prakticky zaměřené informace lze zařadit již klasickou práci Keitha Bevena [4] nebo z hlediska hydrologie a hydrauliky šířeji pojatou učebnici autorů Bedienta, Hubera a Vieux [5]. Mezi již klasické ucelené studie zaměřené na malá a lesní povodí lze zařadit práce Changa [6] nebo Haana, Barfielda a Hayese [7]. V tomto ohledu stojí za zmínku i publikace věnované hydrologickému modelování na neměřených povodích od Wagenera, Wheatera a Gupty [8]. Problematikou dynamiky lesních porostů, disturbancí, regenerace a sukcese se zabývá rovněž několik komplexních monografií, mezi něž lze bezesporu zařadit starší práci Freelicha [9] nebo novější Pretzsche [10], ve které jsou již diskutovány principy a nástroje modelování dynamiky lesních porostů. Z monografií pojednávajících přímo o modelování lesních porostů a ekosystémů jsou to pak zejména práce Weiskittela a kol. [11] nebo Fabriky a Pretzsche [12].

POPIS PILOTNÍCH LOKALIT

Pilotní povodí Černé Opavy (2-02-01-0030) bylo historicky poměrně intenzivně zemědělsky a průmyslově využíváno; tyto aktivity probíhaly od středověku až do útlumu v 19. století. V současnosti je jedním z nejceněnějších povodí na rozhraní Hrubého a Nízkého Jeseníku. Cenné plochy z hlediska ochrany přírody, ale i lesnictví a lesnické hydrologie představují maloplošná chráněná území v tomto povodí, konkrétně NPR Rejvíz s horskými rašeliništi a blatkovými porosty a PR Suchý vrch s kamenným mořem z bloků spodnosedovonského křemence a reliktními bory. Průměrná nadmožská výška povodí je 799 m n. m., průměrná sklonitost povodí činí 11°. Dle Quittovy klasifikace povodí náleží k oblastem CH4, CH6 a CH7 [13]. Orientace hlavní údolnice Černé Opavy stejně jako prakticky celého povodí je ve směru SSZ–JJV. Povodí patří do geomorfologických podcelků Medvěďská hornatina (4c-7b), Rejvízská hornatina (4c-6b) a Hynčická hornatina (4c-6c). Regionálně-geologicky patří území do desensské klenby silezika, na povodí dominují metamorfované horniny (muskovitické a biototické fylity, metagranitoidy, kvarcity, amfibolit), místy s výskytem méně metamorfovaných vulkanitů. V oblasti Zámeckého vrchu se nalézají blastomylonity zmiňované desensské skupiny. V masivu Jeleního vrchu nalezneme pak i výchozy krystalického vápence vrbenské skupiny. Zde se již geologicky projevuje rozhraní Hrubého a Nízkého Jeseníku a východně od této linie se v okrajových partiích povodí objevují paleozoické droby, břidlice a prachovce, které jsou pak typické pro kulum Nízkého Jeseníku. Kvartérní sedimenty jsou

výrazněji vyvinuty zejména v deluviích, v okolí vodních toků a v oblasti rašelinišť Rejvízu (Velké a Malé mechové jezírko). V rámci hydrogeologické zónování ČR povodí v povodí nalezneme rajon 6431 – Krystalinikum severní části Východních Sudet, jihovýchodní část. Transmisivita kolektorů se v území pohybuje mezi 1 až cca 50 m² · d⁻¹, patří tedy do tříd transmisivity III (střední transmisivita) a IV (nízká transmisivita), specifická vydatnost pak mezi 1–5 l · s⁻¹ pro formace s puklinovým a průlinovým typem proudění [14]. Těsně za rozvodnicí Černé Opavy jsou taktéž v provozu prameny v rámci monitorovací sítě podzemních vod ČHMÚ, jde o PO4008 (Bublavý pramen u Rejvízu), PO4015 (Horní Údolí) a PO0509 (Heřmanovice – Roviny). Z půd jsou opět nejvíce zastoupeny kambizemě, jež ve vyšších polohách přecházejí v podzoly, v nižších partiích údolnic hlavních vodních toků jsou fluvizemě, v místech výskytu rašelinišť pak organozemě typické a glejové, na které navazují kyselá pseudoglejové kambizemě a ojediněle i samotné gleje [13]. U půd zcela převládá kyselá reakce a relativně malá sorpční kapacita. Mezi lesními dřevinami dominují smrk ztepilý (*Picea excelsior*) a místy i buk lesní (*Fagus sylvatica*). V okolí Rejvízu nalezneme i borovicí blatku (*Pinus uncinata*) poblíž Velkého a Malého mechového jezírka a také břízu karpatskou (*Betula carpatica*) na rašeliništích v povodí Bublavého potoka. Okraje vrchovišť již přecházejí v rašelinnou smrčinu (*Sphagno-Piceetum*). Dále je místy k nalezení i jesenický fenotyp modřínu opadavého (*Larix decidua*). V rámci lesnické typologie jsou nejvíce zastoupeny živné řady S a B a v okolí vodních toků lužní řada L a kyselá řada K v oblasti Rejvízu. V povodí Černé Opavy se nachází hydrologická stanice ČHMÚ Černá Opava / Mnichov (DBČ 258100). Jak již bylo zmíněno, všechny závěrové profily Slučího, Sokolího a Suchého potoka jsou vybaveny rovněž stacionárním měřením vodních stavů, teplot a také konduktivity. Měření průtoků a objemových půdních vlhkostí probíhají v pravidelných intervalech nebo při výskytu mimořádných odtokových situací.

Hydrologické charakteristiky závěrových profilů jednotlivých povodí jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1. Základní hydrologické charakteristiky povodí Suchého, Sokolího a Slučího potoka
Tab. 1. Basic hydrologic characteristics of Suchý, Sokolí, and Slučí brook catchments

N-leté Q 2-02-01-0030-00-0-60										
Vodní tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Q _A	1	2	5	10	20	50	100
Suchý potok	měřicí bod	1,90	0,032	0,643	1,62	3,11	4,35	5,69	7,62	9,19
Sokolí potok	měřicí bod	3,98	0,073	1,04	2,63	5,03	7,05	9,22	12,3	14,9
Slučí potok	měřicí bod	4,09	0,075	1,04	2,63	5,03	7,05	9,22	12,3	14,9
M-denní Q 2-02-01-0030-00-0-60										
			30	60	90	120	150	180	210	
Suchý potok	měřicí bod	1,90	0,060	0,043	0,036	0,030	0,026	0,024	0,022	
Sokolí potok	měřicí bod	3,98	0,136	0,099	0,081	0,069	0,06	0,055	0,050	
Slučí potok	měřicí bod	4,09	0,139	0,101	0,083	0,070	0,062	0,056	0,051	
			240	270	300	330	355	364		
			0,019	0,017	0,015	0,013	0,0093	0,0069		
			0,044	0,039	0,034	0,029	0,021	0,016		
			0,045	0,040	0,034	0,030	0,022	0,016		

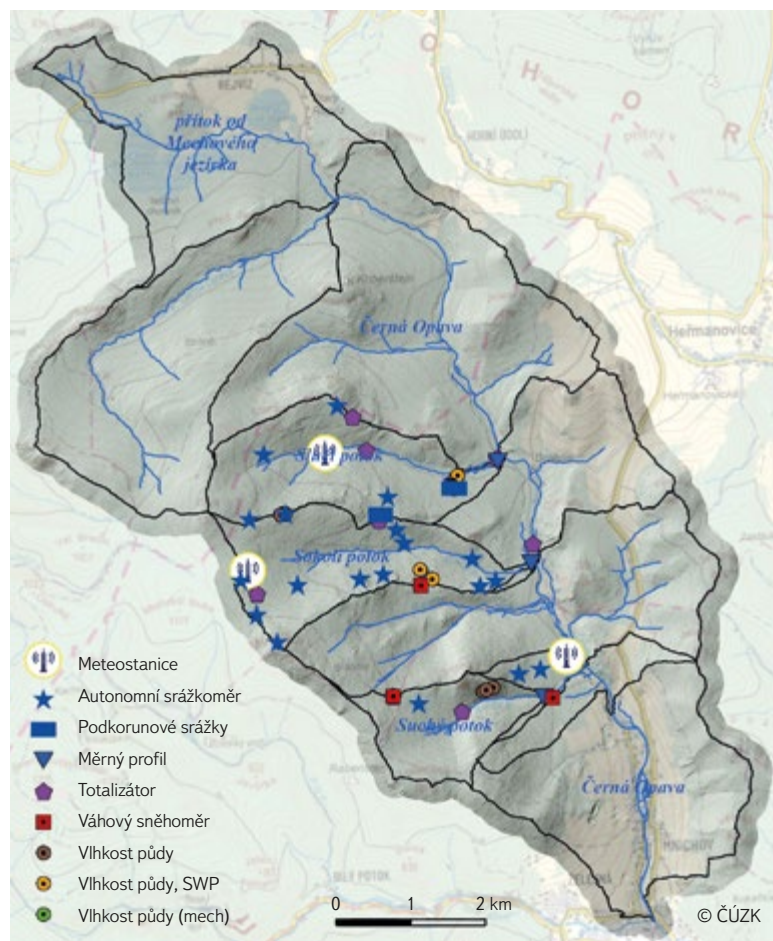
Veškeré průtoky jsou uvedeny v m³ · s⁻¹.

POUŽITÁ DATA A METODY

Rozsah článku neumožňuje prezentaci všech výsledků, proto se zde autorsky kolektiv soustředil na prezentaci těch výsledků, jež ilustrují změny odtokového režimu v návaznosti na kalamitní rozpad a regeneraci porostů. Z důvodu rozsahu článku budou také prezentovány výsledky simulací modelů MIKE SHE a HEC-HMS, které jsou ostatně v rámci srážkoodtokového modelování používány nejčastěji z důvodu komplexnosti metod a možnosti schematizací v semi-distribučném i plně distribuovaném režimu. Pro schematizaci modelů byla použita následující data:

1. DMR 5G ČÚZK;
2. Vlastní geodetická měření;
3. Vegetační pokryv dle ZABAGED a porostní data dle dat ÚHÚL a VÚLHM;
4. Půdní data VÚMOP;
5. Měření objemových půdních vlhkostí VÚLHM a ČHMÚ;
6. Družicová data NDVI a Moisture Index (Copernicus / Sentinel);
7. Měření srážek a dalších meteorologických prvků VÚLHM a ČHMÚ;
8. Měření vodních stavů a průtoků VÚLHM a ČHMÚ.

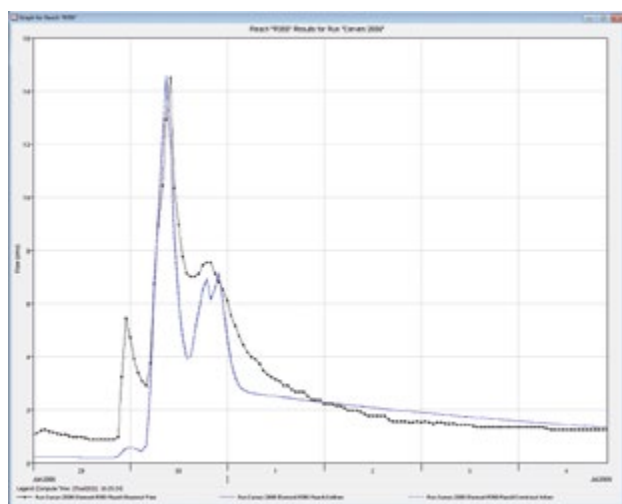
Rozmístění čidel na jednotlivých povodích je znázorněno na obr. 1.



Obr. 1. Rozmístění čidel a vodoměrných profilů na pilotních povodích Suchého, Sokolího a Slučího potoka

Fig. 1. Distribution of sensors and water gauges on the pilot catchments of Suchý, Sokolí, and Slučí brooks

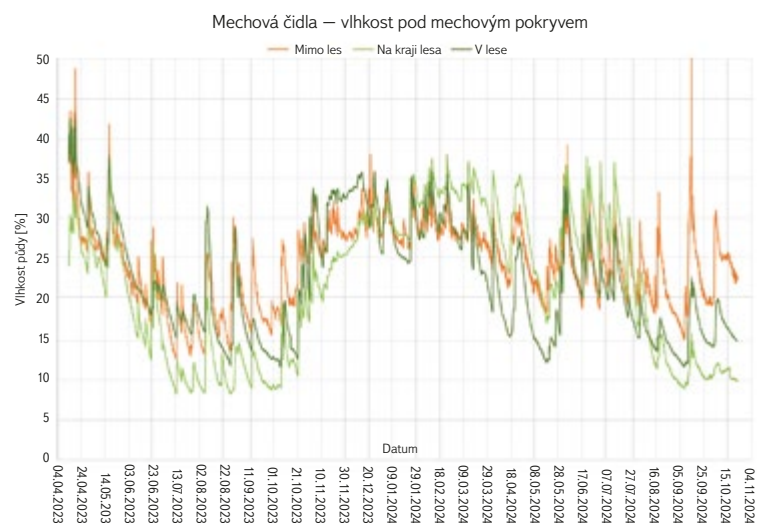
Modely byly kalibrovány na několik srážkoodtokových epizod, a to i starších, než je časový rozsah projektu. Jednu z těchto kalibračních epizod ilustruje hydrogram pro závěrový profil celého povodí Mnichov na obr. 2.



Obr. 2. Kalibrace modelu HEC-HMS pro epizodu 6/2006 a závěrový profil Černá Opava/Mnichov
Fig. 2. Calibration of the HEC-HMS model for the rainfall-runoff episode June 2006 and closing profile Černá Opava/Mnichov

VÝBĚR Z VÝSLEDKŮ

Jak už bylo zmíněno v úvodu, jedním ze specifíků projektu je měření objemových půdních vlhkostí na polygonech zahrnujících půdu s mechovým pokryvem i bez něj. Tyto polygony jsou pro vyšší reprezentativnost měření umístěny na rozhraní lesa a volné plochy. Dosavadní doba měření neumožňuje generalizaci výsledků, nicméně z již dostupných dat je zřejmé, že v rámci srážkových epizod je půda pod mechem o zhruba 20–30 % méně nasycená (s největší pravděpodobností díky zadržení srážkové vody mechem, viz obr. 3) a objemové půdní vlhkosti jsou během srážkových epizod a těsně po jejich odeznění pod lesním vegetačním krytem zhruba o 5–20 % nižší zřejmě vlivem odběru vody kořenovým systémem a transpirací porostu. Naopak v bezsrážkových epizodách jsou o něco vyšší pravděpodobně vlivem nižších teplot povrchu a evaporace. Tuto dynamiku ilustruje obr. 3. V dalších letech řešení se projektový tým chce více zaměřit na tuto problematiku i z hlediska morfologie a druhové struktury mechového patra a vegetačního krytu na těchto polygonech.

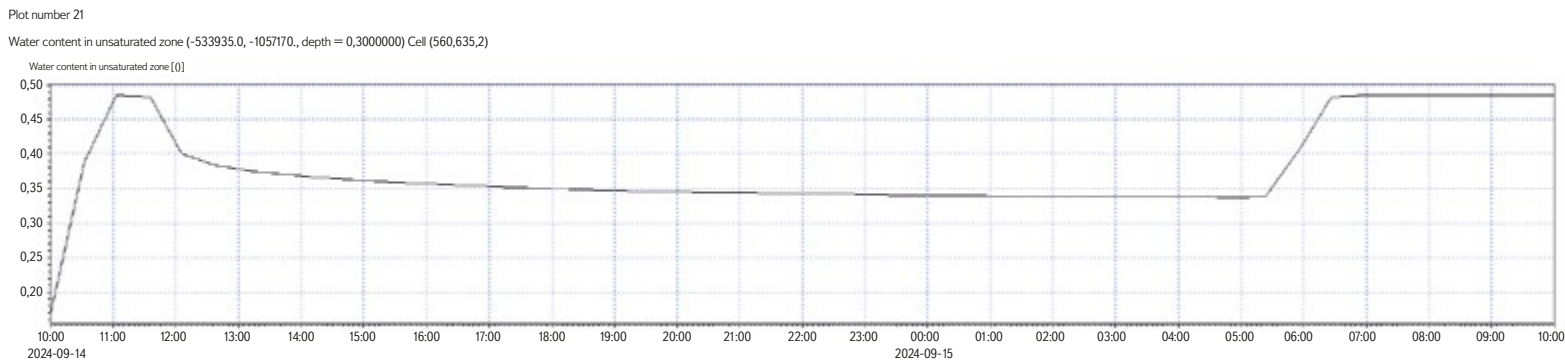


Obr. 3. Dynamika objemové půdní vlhkosti pod mechovým pokryvem v lese, na okraji lesa a mimo les

Fig. 3. Volumetric soil moisture under moss cover in the forest, forest edge, and outside the forest

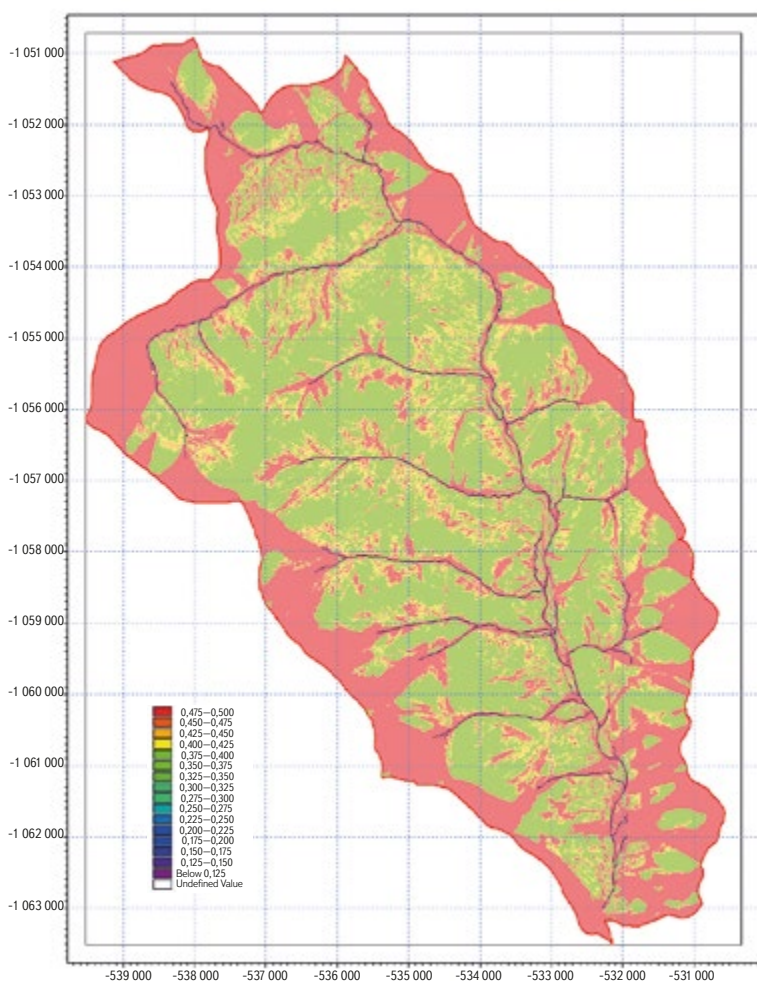
Na obr. 3 je patrné i značné nasycení půdního profilu během extrémní povodně 13.–16. září 2024, kdy čidla v lesním porostu a na jeho okraji naměřila zhruba 20% nasycení půdního profilu, kdežto čidlo na volné ploše maximální nasycení 50 %. V této souvislosti opět vyvstává původní argument lesnické hydrologie o tlumení povodňových průtoků lesními porosty. Samozřejmě i tato hydrická funkce lesa má své limity, ale tato diskuze je obsahově i rozsahem nad rámec předloženého článku. Přes všechnu složitost vazeb v lesním ekosystému dosavadní výsledky poukazují na skutečnost, že hydrická funkce lesa je v krajině zásadní, což dokládají i práce uvedené v úvodu nebo studie Krečmera a kol. [15]. Nicméně faktem zůstává, že při extrémních srážkách a povodních je překročena retenční kapacita lesních půd a stejně jako na jiných typech ploch (pole, louky apod.) dominuje povrchový odtok. Kulminační průtok na profilu Mnichov byl dosažen 15. září 2024 8:50 SEČ s hodnotou $168 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá tisícileté vodě Q_{1000} a specifickému odtoku $3,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Výsledky simulace modelu MIKE SHE pro povodňovou epizodu 14.–15. září 2024 pro jeden z bodů polygonu mechových čidel na Slučím potoce znázorňuje obr. 4. Je zde patrné, že MIKE SHE kalibrováný pro závěrový profil povodí simuloval obdobně extrémní hodnoty nasycení až 50 %.



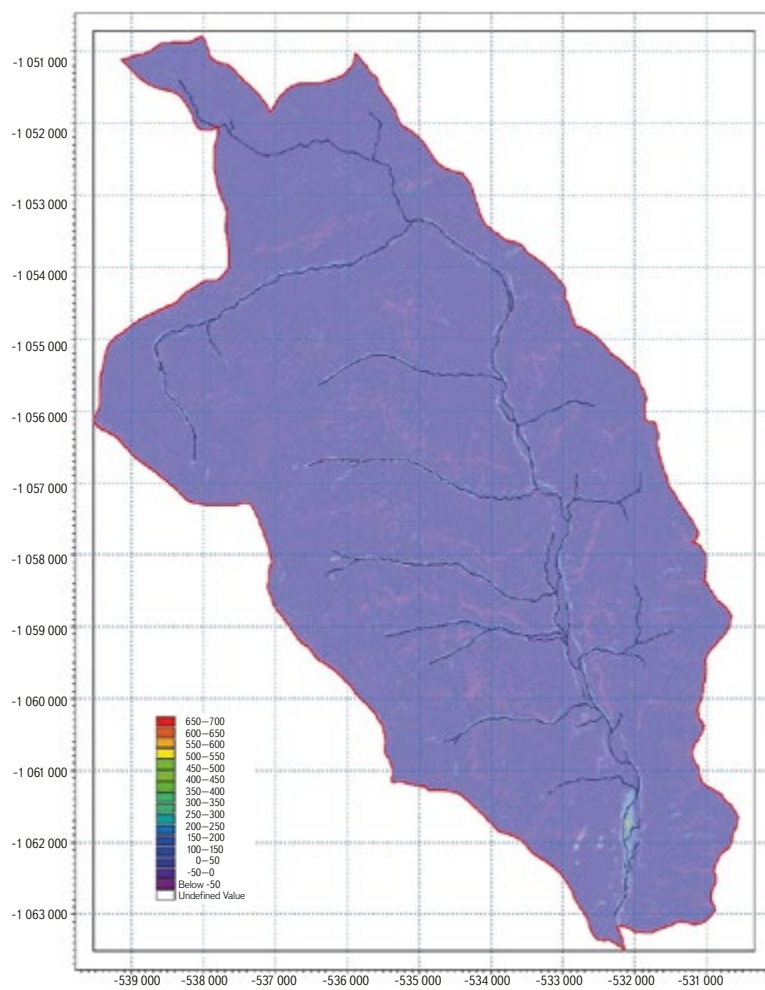
Obr. 4. Simulace dynamiky povrchové (hloubka 10 cm) objemové půdní vlhkosti v modelu MIKE SHE pro epizodu 14.–16. září 2024
Fig. 4. Soil water volumetric content in 10 cm depth during the rainfall episode 14–16 September 2024 simulated by MIKE SHE model

Water content in unsaturated zone



Obr. 5. Hodnoty objemové půdní vlhkosti pro epizodu 14.–16. září 2024 simulované modelem MIKE SHE
Fig. 5. Volumetric soil moisture content for the rainfall episode 14–16 September 2024 simulated by MIKE SHE model

Výsledky simulace, konkrétně simulované hodnoty objemové půdní vlhkosti a tzv. return flow (exfiltrace či výstup hladiny podzemní vody nad úroveň terénu) znázorňují obr. 5 a 6. Intenzitu dnové a břehové eroze a chodu sedimentů i hrubé frakce ilustrují obr. 7 a 8.



Obr. 6. Hodnoty return flow (exfiltrace) pro epizodu 14.–16. září 2024 simulované modelem MIKE SHE
Fig. 6. Return flow values for the rainfall episode 14–16 September 2024 simulated by MIKE SHE model

DISKUZE

Dynamika vody v lesních porostech a povodích je bezesporu složitým fenoménem, který je navíc ovlivněn řadou dalších faktorů, zejména morfometrickými



Obr. 7. Dnová a břehová eroze způsobená povodní v září 2024 na Sokolím potoce (foto: J. Unucka)

Fig. 7. Bank and river bed erosion accelerated by the extreme flood in September 2004 on Sokolí brook (photo: J. Unucka)

poměry povodí (jako jsou hypsografická křivka, podélné profily údolnic, expozice a sklon reliéfu apod.), geologickými a hydrogeologickými poměry povodí a půdním pokryvem, v němž se dominantně odehrává hydrologická transformace ovzdušné srážky na odtok. Stejně tak nelze tyto vztahy zjednodušit na pouhé dva extrémy – les a holinu. Je nutné uvažovat věkovou a druhovou skladbu lesa, stav keřového a bylinného patra. Keřové a bylinné patro zároveň sehrává klíčovou roli z hlediska transformace odtoku a ochrany půdního profilu po odtěžení lesa. Přesto je vliv těchto změn neoddiskutovatelný, což je kromě prací citovaných v úvodu podloženo výsledky i v další literatuře, např. [16–19]. Specifikem lesních povodí je pak role mechového patra na hydrologickou transformaci ovzdušné srážky a dynamiku půdní vláhky. K této problematice neexistuje vyšší počet případových studií z reálných povodí, spíše články popisující laboratorní experimenty. Mezi příspěvky zaměřené na vliv mechu na dynamiku odtoku v povodí lze zařadit [20 a 21]. V práci [21] je také diskutován vliv hloubek měření objemové půdní vlhkosti pod mechovým krytem. Kombinaci měření, prostorových analýz a modelování v GIS a hydrologického modelování coby nejvíce efektivní soubor nástrojů a metod pro pochopení dynamiky lesních povodí nelze zpochybňovat, což lze nalézt i v literatuře [1, 2, 5, 12 nebo 22]. V poslední zmíněné práci je konkrétně diskutována vhodnost modelu MIKE SHE pro podobné analýzy. Pro veškeré podobné analýzy sehrávají zásadní roli prostorový a časový kontext experimentů a studií. Lesní povodí jsou až na výjimky malá povodí o ploše v řádu hektarů nebo prvních kilometrů čtverečních. Výsledky z těchto povodí nelze automaticky aplikovat na další povodí s odlišnými klimatickými, geologickými či morfologickými parametry. Stejně tak výsledky měření a simulací v modelech v časovém horizontu čtyř let nelze

zobecňovat – i s přihlédnutím k faktu, že standardní referenční období pro odvození hydrologických charakteristik dle ČSN 75 1400 je 30 let.

ZÁVĚR

Autorský kolektiv si klád za cíl přiblížit čtenářům zajímavé aspekty lesnické hydrologie na experimentálních povodích v Jeseníkách, uvést metody výzkumu a vybrat zajímavé výsledky s ohledem na nové postupy či extrémní povodně ze září 2024. Jde o příliš krátké časové řady pro zobecnění, navíc ještě není postizen celý cyklus rozpadu a regenerace lesních porostů, ať již spontánní, či řízené. Zkušenosti i z jiných povodí, kde probíhá lesnicko-hydrologický výzkum VÚLHM a ČHMÚ již delší dobu (např. U dvou louček v Orlických horách, Červík a Malá Ráztoka v Beskydech), poukazují na skutečnost, že kombinace měření *in situ* a matematického modelování přináší nejlepší výsledky. Je však nutné uvažovat nejistotu vstupních dat a metod. Nejistotu vstupních dat lze snížit výběrem vhodných povodí a reprezentativních ploch pro monitoring hydrometeorologických prvků. Nejistotu metod je možné snížit výběrem vhodné měřicí techniky (ideálně s možností vyhodnocení nejistot přímo během měření, např. u přístroje YSI FlowTracker2) a samotných matematických modelů. V této kategorii je vhodné zvolit verifikované a validované nástroje. S modely HEC-HMS a MIKE SHE má ČHMÚ dobré zkušenosti v operativní praxi (hydrologická prognóza a hydrologické studie), proto byly zcela logicky upřednostněny. V tomto ohledu lze zmínit i fakt, že open source GIS nástroje typu GRASS GIS nebo SAGA GIS nabízejí daleko větší možnosti morfometrických a prostorových analýz než platforma ESRI ArcGIS. Závěrem lze zmínit i zásadní skutečnost výskytu



Obr. 8. Eroze akcelerovaná povodně v září 2024 vedoucí až k destrukci stupňů v korytě Slučího potoka a obnažení skalního podloží (foto: J. Unucka)
 Fig. 8. Accelerated erosion by flood in September 2024 caused particular destruction of the rock steps in the channel of Slučí brook (photo: J. Unucka)

katastrofální povodně ze září 2024, která de facto přerušila řady pozorování destrukcí vodoměrných profilů a intenzivních remodelací hydrografické sítě. VÚLHM i ČHMÚ přesto chtějí pokračovat v lesnicko-hydrologickém výzkumu těchto povodí, jelikož tyto výsledky považují za zásadní jak v kontextu vodního a lesního hospodářství, tak i ekologie horských povodí.

Poděkování

Autoři by rádi poděkovali projektům NAZV č. QK22010189 „Vliv odlesnění na vodní režim malých povodí (DEFOREST)“ a NAZV č. QL24010054 „Dopady klimatické změny na malá lesní povodí a možnosti jejich zmírnění prostřednictvím lesnického managementu a vodohospodářských opatření“, bez jejichž podpory by článek vznikl mnohem déle a komplikovaněji. Stejně tak patří poděkování DKRVO (Dlouhodobá koncepce rozvoje výzkumné organizace na období 2023–2027) ČHMÚ, zejména oblastem 6 a 12 zaměřeným na zlepšení metod a nástrojů hydrologického modelování a využití dat dálkového průzkumu Země v hydrologii a environmentálních aplikacích.

Literatura

- [1] SWANK, W. T., WEBSTER, J. R. (eds.). *Long-Term Response of a Forest Watershed Ecosystem. Clearcutting in the Southern Appalachians*. New York: Oxford University Press, 2014. 253 s. ISBN 978-0-19-537015-7.
- [2] SWANK, W. T., CROSSLEY, D. A. (eds.). *Forest Hydrology and Ecology at Coweeta*. New York: Springer-Verlag, 1986. 469 s. ISBN 978-1-4612-8324-9.

- [3] HOLMES, R. T., LIKENS, G. E. *Hubbard Brook. The Story of a Forest Ecosystem*. New Haven: Yale University Press, 2016. 271 s. ISBN 978-0-300-20364-6.

- [4] BEVEN, K. *Rainfall-Runoff Modelling. The Primer*. 2nd ed. Chichester: John Wiley and Sons, 2012. 455 s. ISBN 978-0-470-71459-1.

- [5] BEDIENT, P. E., HUBER, W., C. VIEUX, B. E. *Hydrology and Floodplain Analysis*. 5th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2013. 815 s. ISBN 978-0-273-77427-3.

- [6] CHANG, M. *Forest Hydrology. An Introduction to Water and Forests*. 3rd ed. Boca Raton: Taylor and Francis, 2013. 556 s. ISBN 978-4665-8667-3.

- [7] HAAN, C. T., BARFIELD, B. J., HAYES, J. C. *Design Hydrology and Sedimentology for Small Catchments*. Sand Diego: Academic Press, 1994. 588 s. ISBN 978-0-12-312340-4.

- [8] WAGENER, T., WHEATER, H. S., GUPTA, H. V. *Rainfall-Runoff Modelling in Gauged and Ungauged Catchments*. London: Imperial College Press, 2004. 306 s. ISBN 1-86094-466-3.

- [9] FREELICH, L. E. *Forest Dynamics and Disturbance Regimes. Studies from Temperate Evergreen-Deciduous Forests*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 266 s. ISBN 978-0-511-06843-0.

- [10] PRETZSCH, H. *Forest Dynamics, Growth and Yield. From Measurement to Model*. Berlin: Springer-Verlag, 2009. 653 s. ISBN 978-3-540-88306-7.

- [11] WEISKITTEL, A. R., HANN, D. W., KERSHAW, J. A., VANCLAY, J. K. *Forest Growth and Yield Modelling*. Chichester: Wiley-Blackwell, 2011. 415 s. ISBN 978-0-47066500-8.

- [12] FABRIKA, M., PRETZSCH, H. *Analýza a modelovanie lesných ekosystémov*. Zvolen: Technická Univerzita vo Zvolene, 2011. 599 s. ISBN 978-80-228-2181-0.

- [13] WEISSMANOVÁ, H. et al. Ostravsko. In: MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M. (eds.). *Chráněná území ČR*. Sv. X. Praha, Brno: AOPK, EkoCentrum, 2004. 454 s. ISBN 80-86064-67-0.

- [14] KRÁSNÝ, J. et al. *Podzemní vody České republiky. Regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod*. Praha: Česká geologická služba, 2012. 1 143 s. ISBN 978-80-7075-797-0.

- [15] KREČMER, V. et al. *Lesy a povodně. Souhrnná studie*. Praha: MŽP, 2003. 48 s. ISBN 80-7212-255-X.

- [16] LEUSCHNER, CH., ELLENBERG, H. *Ecology of Central European Forests*. Cham: Springer, 2017. 971 s. ISBN 978-3-319-43040-9.

[17] KŘEČEK, J., HAIGH, M. et al. *Ecosystem Services of Headwater Catchments*. Cham: Springer, 2017. 308 s. ISBN 978-3-319-57945-0.

[18] BREDEMEIER, M., COHEN, S. et al. *Forest Management and the Water Cycle*. Dordrecht: Springer, 2011. 531 s. ISBN 978-90-481-9833-7.

[19] ZHANG, S., ZHANG, J., LIU, Y., LIU, Y., WANG, Z. The Effects of Vegetation Distribution Pattern on Overland Flow. *Water and Environment Journal*. 2018, 32, s. 392–403. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/wej.12341>

[20] ZHENG, Z., LIU, D., DAI, Q., ZENG, J., JIANG, J. Effects of Moss Patches on the Sediment Loss, Flow Hydraulics and Surface Microtopography of Soil Slopes in Karst Mountainous Areas. *CATENA*. 2025, 249, 108672. ISSN 0341-8162. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108672>

[21] GOLUBEV, V., MCCARTER, C., WHITTINGTON, P. Ecohydrological Implications of the Variability of Soil Hydrophysical Properties between Two Sphagnum Moss Microforms and the Impact of Different Sample Heights. *Journal of Hydrology*. 2021, 603(Part B), 126956. ISSN 0022-1694. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126956>

[22] SANDU, M. A., VIRSTA, A. Applicability of MIKE SHE to Simulate Hydrology in Argesel River Catchment. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015, 6, s. 517–524. ISSN 2210-7843. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.135>

Autoři

doc. RNDr. Jan Unucka, Ph.D.¹

✉ jan.unucka@chmi.cz

ORCID: 0000-0003-4339-0726

RNDr. Martin Adamec, Ph.D.¹

✉ martin.adamec@chmi.cz

ORCID: 0000-0002-1732-0102

Ing. Irena Pavlíková¹

✉ irena.pavlikova@chmi.cz

ORCID: 0000-0001-6409-7532

Ing. Ondřej Špulák, Ph.D.²

✉ spulak@vulhmop.cz

ORCID: 0000-0002-4924-3068

doc. Ing. Vít Šrámek, Ph.D.³

✉ sramek@vulhm.cz

ORCID: 0000-0002-0655-2872

Mgr. Kateřina Hellebrandová, Ph.D.³

✉ hellebrandova@vulhm.cz

ORCID: 0000-0001-8467-0201

¹Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava (Česká republika)

²Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Opočno (Česká republika)

³Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště (Česká republika)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2025.01.002

ISSN 0322-8916/© 2025 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněně šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

MEASUREMENT AND MODELLING OF CHANGES IN THE RUNOFF REGIME FOLLOWING CALAMITOUS DECAY AND REGENERATION OF FOREST STANDS IN SMALL CATCHMENTS IN THE JESENÍKY MOUNTAINS

UNUCKA, J.¹; ADAMEC, M.¹; PAVLÍKOVÁ, I.¹; ŠPULÁK, O.²; ŠRÁMEK, V.³; HELLEBRANDOVÁ, K.³

¹Czech Hydrometeorological Institute, Ostrava (Czech Republic)

²Forestry and Game Management Research Institute, Opočno (Czech Republic)

³Forestry and Game Management Research Institute, Jíloviště (Czech Republic)

Keywords: hydrologic modelling – forest stand modelling – Černá Opava basin – HEC-HMS – MIKE SHE – SWAT

The presented article deals with selected issues of forestry hydrology in the experimental catchments of Suchý, Sokolí and Slučí brooks in the Jeseníky Mountains. As part of the project research, hydrometeorological elements and stand characteristics are systematically monitored in these catchments. The aim is to capture and understand the links between the decay and regeneration of forest stands and runoff characteristics. In addition to measurements, the catchments are analysed in GIS and complex hydrological models, such as HEC-HMS and MIKE SHE. At the same time, the influence of stand dynamics on runoff characteristics is simulated in ecological and stand models. The extreme floods of September 2024 fundamentally changed the character of catchments and watercourse beds, yet this forestry-hydrological research continues, as well as in other joint areas of the Forestry and Game Research Institute and Czech Hydrometeorological Institute. Increasing emphasis is placed on the influence of moss cover on soil moisture dynamics in experimental areas.



Rybniční soustava na Bečvárci

PAVEL RICHTER

Klíčová slova: archivní mapy – vodní toky – nivy vodních toků – rybníky

ABSTRAKT

V tomto článku je prezentován vývoj rybníční krajiny v povodí Bečvářky na základě interpretace archivních a současných mapových podkladů včetně ověření aktuálního stavu lokalit rybníků. Na mapě II. vojenského mapování bylo zaznamenáno 11 rybníků o celkové rozloze 65,28 ha. Na současné mapě pak bylo zachyceno 16 rybníků o souhrnné rozloze 76,64 ha, tedy přibližně o 11 ha větší než v případě rybníků historických, a to přesto, že téměř všechny jednotlivé historické rybníky byly větší než dnes. Jedním z hlavních důvodů je pozdější vybudování dvou velkých rybníků v oblasti. Z porovnání mapových podkladů je patrné, že zmenšení ploch jednotlivých historických rybníků v současnosti je způsobeno zejména zarůstáním litorálního pásma.

ÚVOD

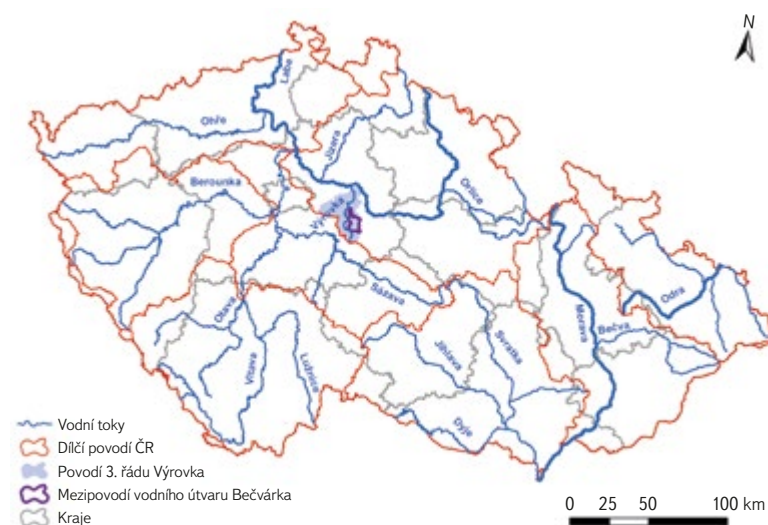
Hlavním cílem výzkumu, jehož výsledky jsou prezentovány, bylo zmapování vývoje krajiny v lokalitách zaniklých rybníků v povodích přítoků Labe v Polabské nížině na základě interpretace archivních mapových podkladů, a to zejména s ohledem na možnou obnovu vodozádržných prvků v této krajině. Zde konkrétně je popsán vývoj rybníční soustavy na Bečvárci, resp. v povodí vodního útvaru Bečvářka. Oblast Polabské nížiny v současné době trpí nedostatkem podzemní vody a vyskytuje se v ní ve velké míře sezonní vysychání drobných vodních toků, většinou napřímených a zahloubených. Tyto skutečnosti se pravděpodobně budou v budoucnu opakovat a přidružené problémy zvyrazňovat v souvislosti s očekávaným pokračujícím výskytem extrémních klimatických jevů. Je tedy zapotřebí zaměřit pozornost a úsilí na obnovu krajinných prvků s kladným vlivem na vodní režim v krajině a zejména na samotné hospodaření s vodou v krajině.

POPIS LOKALITY

Hydrologie a správní členění

Tato rybníční soustava se rozkládá ve vodním útvaru povrchových vod HSL_1630 Bečvářka (Miletínský potok) od pramene po ústí do vodního toku Výrovka. Tento vodní útvar náleží do povodí 3. řádu 1-04-06 Výrovka, jež se nachází v povodí Labe na rozvodí dílčích povodí Horní a střední Labe a Dolní Vltava. Bečvářka pramení u Miletína v 440 m n. m., délka jejího vodního toku je 22,9 km a jako pravobřežní přítok se vlévá v oblasti Zalesany-Žabonosy-Plaňany v nadmořské výšce 219 m do Výrovky na jejím 23,2 řkm. Dle řádu vodních toků podle Strahlera je na soutoku s Výrovkou Bečvářka ve 4. řádu. Povodí vodního útvaru Bečvářka (Miletínský potok) od pramene po ústí do vodního toku Výrovka je tvořeno sedmi povodími 4. řádu (HLGP) o celkové rozloze 64,3 km² [1, 2]. Z územněsprávního hlediska se vodní útvar nachází ve Středočeském kraji částečně na území okresů Kutná Hora (k. ú. Jindice

a Solopysky u Kutné Hory) a Kolín (k. ú. Bečváry, Bošice u Kouřimi, Červený Hrádek u Bečvár, Horní Chvatliny, Mlékovice, Podousy, Přebozy, Svojšice u Kouřimi, Zásmyky a Žabonosy). Jeho povodí se rozkládá na území sedmi k. ú. v okrese Kutná Hora a 24 k. ú. v okrese Kolín (obr. 1). Z hlediska problematiky sucha v krajině patří všechna k. ú. v povodí mezi ta suchem ohrožená, s výjimkou k. ú. v pramenných oblastech Bečvářky a Miletínského potoka (obr. 2) [1].



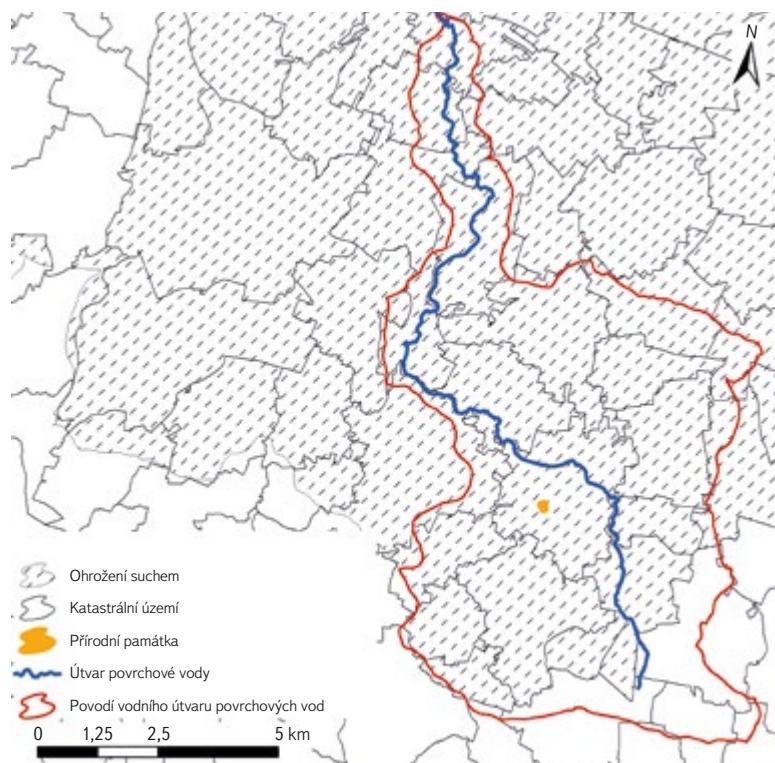
Obr. 1. Zobrazení řešeného území v kontextu hydrologického a správního členění
Fig. 1. The researched area in a hydrological and administrative context

Geologie, pedologie a erozní ohrožení

Geologicky patří celé povodí Bečvářky k Českému masivu. Geologické podloží tvoří převážně pararuly a migmatity Kutnohorského krystalinika. V horní a střední části povodí se místy vyskytují štěrky, písky, slepence a pískovce. Do střední a dolní části pak též zasahují slíny, slínovce, vápnité jílovce a bazičtější metamorfované horniny (amfibolity a serpentinity) [3].

Půdní poměry v celém povodí jsou heterogenní, nachází se zde osm půdních typů (tab. 1). V bezprostřední blízkosti vodních toků jsou to především gleje (s výrazným reduktomorfním diagnostickým glejovým horizontem v důsledku dlouhodobého provlhčení vysokou hladinou podzemní vody) a také fluvizemě (s fluvickými diagnostickými znaky vzniklými periodickým usazováním sedimentů a s výskytem novotvarů, jež vznikají vsakováním vody při záplavě).

V širším území povodí pak převažují hnědozemě (půdy s profilem diferencovaným na mírně vysvětlený eluviální horizont přecházející bez jazykovitých záteků do homogenně hnědého luvického horizontu) a luvizemě (půdy s přítomností luvického horizontu s tmavými argilany, nacházející se lokálně na periferii



Obr. 2. Zobrazení povodí vodního útvaru Bečvářka z hlediska problematiky sucha v kontextu ochrany přírody

Fig. 2. The Bečvářka water body basin from the perspective of drought issues in the context of nature protection

rozšíření černozemí ze spraší); dále kambizemě (půdy, které se vytvářejí hlavně ve svažitých podmínkách, pouze v menší míře v rovinatém reliéfu) a černozemě (hlubokohumózní půdy vyvinuté z karbonátových sedimentů) [4, 2].

V návaznosti na pestrost území lze sledovat také různou míru ohroženosti zemědělsky využívaných půd vodní erozí [5]. Ta je – kromě vlastností reliéfu – důsledkem tvorby velkých pozemků bez protierozních opatření a pěstování širokořádkových kultur ve svazích. Především v horních oblastech vodních toků se nachází velké zastoupení půd mírně i silně erozně ohrožených [4]. V povodí vodního útvaru Bečvářky jsou silně erozně ohrožené půdy v pramenné oblasti u Miletína (hnědozemě, kambizemě), ve větší míře pak v úseku mezi obcemi Červený Hrádek a Bečváry (hnědozemě, luvizemě), v okolí Mlýnského (Podbečvářského) rybníka (hnědozemě) a sporadicky také před soutokem s Výrovkou mezi obcemi Přebozy a Žabonosy (černozemě). Jinak v níže položených partiích, v místech, kde se Bečvářka vlévá do Výrovky, převažují erozně neohrožené půdy [5, 2].

Krajinný pokryv a typologie současné krajiny ČR

Na celém povodí Bečvářky se nachází celkem pět typů podle typologie současné krajiny ČR. Na ploše povodí lze nalézt tři rámcové typy přírodních krajín. Pramenné oblasti Bečvářky patří částečně do mírně chladné krajiny pahorkatin a vrchovin, horní část povodí Bečvářky náleží do mírně teplých krajín pánví a pahorkatin a zbytek povodí se rozkládá v teplé krajíně nížin. Na ploše povodí jsou také dva funkční typy krajiny. Pramenné oblasti Bečvářky patří do krajiny lesně-polní, zbytek celého povodí do krajiny polní [6].

Pro krajinný pokryv lze využít vícero klasifikací s různou mírou přesnosti, resp. generalizace. Zde je použit ZABAGED®, CORINE Land Cover (CLC) a LPIS. V povodí Bečvářky převažuje krajinný pokryv klasifikovaný podle ZABAGED® [7] jako orná půda a ostatní plochy (76, 88 %), významnou část pokrývá ještě lesní

Tab. 1. Zastoupení půdních typů v povodí vodního útvaru Bečvářka
Tab. 1. Representation of soil types in the Bečvářka water body basin

Půdní typ	[km ²]	[%]
Černozem modální	4,22	6,57
Černozem luvická	5,16	8,03
Fluvizem glejová	2,47	3,84
Glej modální	10,65	16,56
Hnědozem luvická	2,2	3,42
Hnědozem modální	25,62	39,85
Kambizem modální	5,63	8,75
Luvizem modální	8,35	12,98
Σ	64,30	100

půda se stromy (9,22 %), dále trvalý travní porost (3,67 %), ovocné sady a zahrady (3,45 %) a sídelní objekty (3,08 %). Naopak marginální je zastoupení např. bažin a močálů na trvalém travním porostu (0,07 %), resp. na lesní půdě se stromy (0,05 %). Vodní plochy zaujímají 1,31 % tohoto povodí (tab. 2).

Podle CLC, který je do značné míry generalizovaný [8], převažuje třída orná půda mimo zavlažovaných ploch, pokrývající 80,38 % plochy povodí. Následují třídy: převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace, smíšené lesy a městská nesouvislá zástavba, pokrývající každá přes 5 % plochy povodí. Ostatní třídy zaujímají velmi malou část území. Vodní plochy tvoří 0,88 % plochy povodí a vzhledem ke generalizaci tohoto typu pokryvu jsou zde jako vodní plochy klasifikovány pouze dvě lokality. Jednou je Mlýnský rybník u Bečvář a druhou tvoří společně rybníky Utopenec a Stojespal u Mlékovic (obr. 3, tab. 3).

V LPIS jsou zaznamenány pouze zemědělsky využívané plochy, na které hospodařící subjekty pobírají dotace [9]. Z toho je zřejmé, že v rámci LPIS není pokryta celá plocha povodí, jde jen o 4 960,2 ha, což představuje 77,14 % plochy. V rámci LPIS je dominantním způsobem využití území standardní orná půda (97,15 %), kolem 2 % pokrývá TTP, přičemž zbývající způsoby využití území v rámci LPIS jsou opravdu zanedbatelné (obr. 4, tab. 4).

Tab. 2. Zastoupení krajinného pokryvu podle ZABAGED® v povodí vodního útvaru Bečvářka

Tab. 2. Representation of land cover classified according to ZABAGED® in the Bečvářka water body basin

Krajinný pokryv podle ZABAGED®	[km ²]	[%]
Orná půda a ostatní plochy	49,477	76,88
Lesní půda se stromy	5,928	9,22
Trvalý travní porost	2,359	3,67
Ovocný sad, zahrada	2,219	3,45
Sídelní objekty	1,978	3,08
Komunikace	0,901	1,46
Vodní plochy	0,841	1,31
Lesní půda s křovinatým porostem	0,276	0,43
Okrasná zahrada, park	0,17	0,26
Povrchová těžba, lom	0,065	0,1
Bažina, močál na trvalém travním porostu	0,047	0,07
Bažina, močál na lesní půdě se stromy	0,035	0,05
Vodní tok	0,004	0,01
Σ	64,30	100

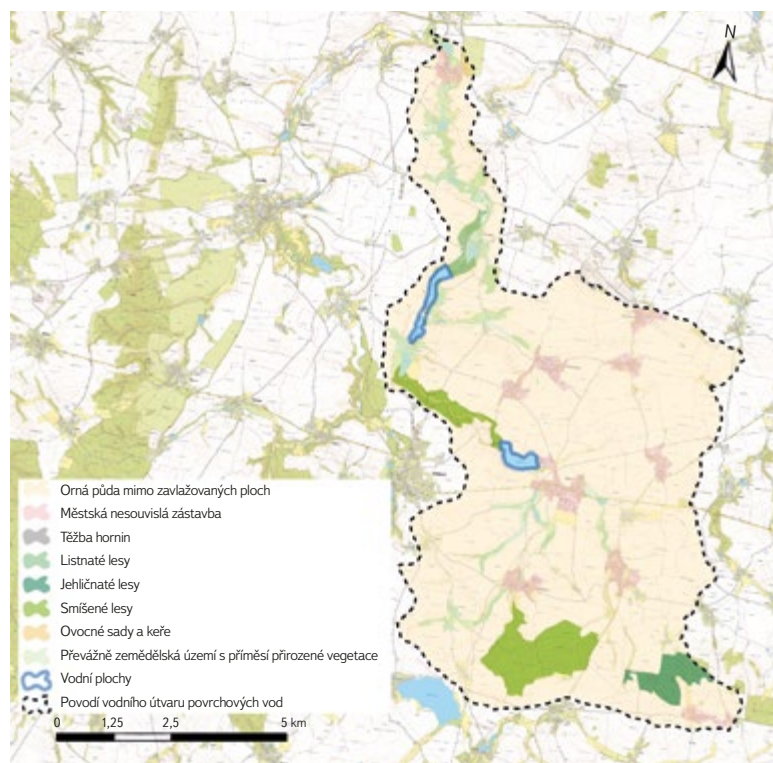
Chráněná území

Na popisovaném území se nachází pouze jedna přírodní památka (*obr. 2*), a to Lůmek u Bečvár, která byla vyhlášena na ploše 0,2499 ha ke dni 12. prosince 1986 s ochranným pásmem ze zákona o výměře 2,1198 ha. Důvodem pro vyhlášení byl výskyt vzácné horniny griquait a bohaté naleziště svrchnokřídových zkamenělin [10].

METODIKA

Prvním krokem výzkumu byl výběr a následně porovnání současného a historického stavu rybníků v povodí tohoto vodního útvaru na základě interpretace mapových podkladů. Následoval terénní průzkum těchto lokalit pro ověření jejich aktuálního stavu. Pro detekci výskytu historických rybníků byla použita mapa II. vojenského mapování, jež je dostupná pro prohlížení na Národním geoportálu INSPIRE [11] zároveň i jako WMTS [12]. Získat lze rovněž jednotlivé mapové listy, které jsou dostupné na webu Aplikace oldmaps Laboratoře geoinformatiky Fakulty životního prostředí Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem [13].

Pro zobrazení současného stavu byly použity aktuální Základní topografická mapa ČR 1 : 10 000 (ZTM 10) a aktuální Ortofotomapa ČR. Obě mapová díla jsou dostupná jako WMS služba z Geoportálu ČÚZK [14]. Pro analýzy byly uvažovány pouze rybníky o minimální rozloze 0,5 ha. Pro přesnější poznání vývoje krajiny mezi stavem zaznamenaným na mapě II. vojenského mapování a současným stavem byla použita Historická ortofotomapa z padesátých let 20. století. Pro prohlížení je dostupná na Národním geoportálu INSPIRE [11] a zároveň jako WMTS [12]. Také archivní ortofotomapy z let 1998–2022 jsou dostupné pomocí WMS z Geoportálu ČÚZK [14].



Obr. 3. Krajinný pokryv CORINE Land Cover 2018 v povodí vodního útvaru Bečvárka na podkladě ZTM 10

Fig. 3. CORINE Land Cover 2018 in the Bečvarka water body basin in the context of BTM 10

Pro přiblížení stavu krajiny před II. vojenským mapováním, zejména s ohledem na historický výskyt rybníků, nikoli na jejich přesnou lokalizaci, byla použita polohově nepřesná mapa Müllerova mapování, již lze zobrazit v mapové prohlížečce Archivu Zeměměřického úřadu [15].

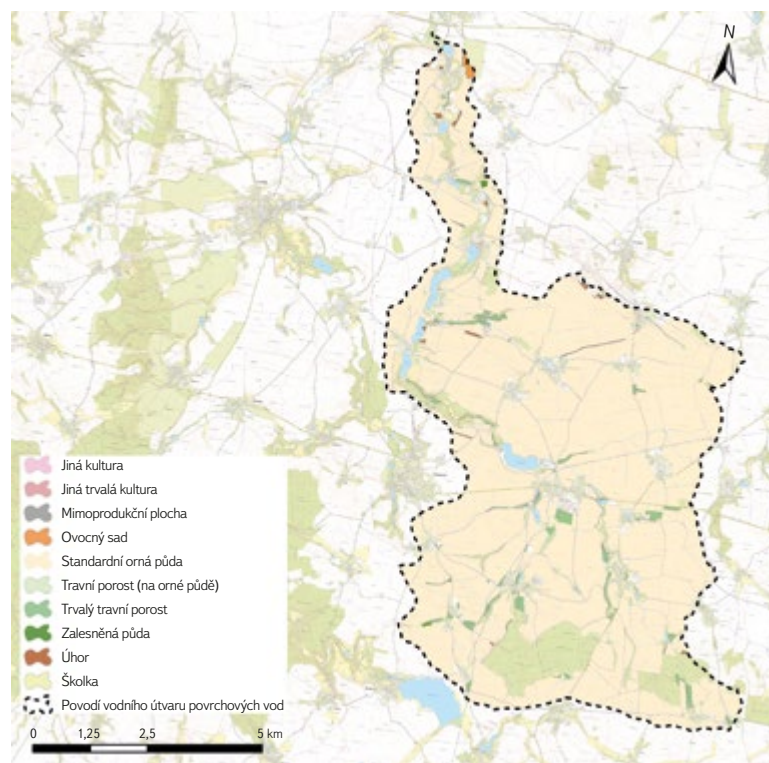
Použité programy a zpracování dat

Georeferencování archivních mapových podkladů a připojení současných podkladů pomocí WMS nebo WMTS proběhlo v prostředí ArcGIS, konkrétně v programu ArcMAP 10.8.2. Následovala tvorba polygonové vrstvy formátu .shp. Každý polygon byl přesně definován svým identifikačním číslem a obdobím, ve kterém se na území vyskytoval. Prvotní zpracování dat proběhlo v prostředí GIS a jednalo se o výpočet plochy polygonů. Výsledné hodnoty byly poté vyexportovány do programu Microsoft Excel 2016 a zde promítnuty do tabulek.

Použité současné mapové podklady

Aktuální ZTM 10 a Ortofotomapa ČR

Tyto mapy jsou dostupné jako WMS služba z Geoportálu ČÚZK, kde jsou podle plánu průběžně aktualizovány (v případě ZTM 10 cca 1/3 území ČR ročně). Zobrazovaný stav na ZTM 10 se může lišit jak podle částí území, tak podle jednotlivých segmentů, které jsou aktualizovány samostatně, nezobrazuje tedy ve všech směrech skutečný stav krajiny v daném okamžiku. Ke zpracování současné ZTM 10 byla použita podkladová data zachycující stav k 6. červenci 2020 (střed), 10. říjnu 2021 (východ) a 2. lednu 2023 (západ). Aktualizace významných prvků polohopisu (železnice, komunikace ve správě ŘSD) proběhla nad daty dokumentujícími stav ke 2. lednu 2024. Zobrazovaný stav odpovídá



Obr. 4. Využití území dle LPIS 2023 v povodí vodního útvaru Bečvárka na podkladě ZTM 10

Fig. 4. Land use according to LPIS 2023 in the Bečvarka water body basin in the context of BTM 10

podkladovým datům ZABAGED®. Celá Ortofotomapa ČR je aktualizována ve dvouletém cyklu. Ročně je aktualizována přibližně jedna polovina území ČR, přičemž od roku 2020 jsou při aktualizaci zohledňovány hranice krajů. V současnosti je západní část území ČR (hranici tvoří Liberecký, Středočeský a Jihočeský kraj) pokryta snímky zobrazujícími stav krajiny v roce 2023, zatímco východní část ukazuje stav krajiny v roce 2024 [14].

Použití archivní mapové podklady

Müllerovo mapování

Nejstarším zde použitým mapovým podkladem je Müllerova mapa Čech z roku 1720 v měřítku přibližně 1 : 132 000 [16]. Nevýhodou pro podrobné srovnání vývoje krajiny s následujícími mapovými podklady je jeho nevyhovující polohová přesnost. Proto ho lze smysluplně využít jen pro zobrazení vodních

ploch jako doplňku k novějším podkladům. Vodní toky v něm nejsou zakresleny všechny, zákres je schematický a ne zcela odpovídající [17].

II. vojenské mapování

Výsledkem tohoto mapování je první relativně polohově přesná mapa. Byla zpracována v letech 1836–1852 v měřítku 1 : 28 800. V porovnání s I. vojenským mapováním se tu zvýšila přesnost zobrazení v důsledku předchozí vojenské triangulace. Mapa II. vojenského mapování vznikala v době nástupu průmyslové revoluce a rozvoje intenzivního zemědělství, kdy vzrostla výměra orné půdy během 100 let o polovinu a plochy lesa dosáhly historického minima. Také jsou zde již zaznamenány první železniční tratě [13].

Historická ortofotomapa z padesátých let 20. století

Historická ortofotomapa je složena z leteckých snímků pocházejících převážně z let 1952–1954, doplněných o snímky z let 1937–1970 a 1996 tam, kde

Tab. 3. Zastoupení tříd CORINE Land Cover 2018 v povodí vodního útvaru Bečvářka

Tab. 3. Representation of CORINE Land Cover 2018 classes in the Bečvářka water body basin

Corine Land Cover 2018	Výměra [km ²]	Poměr k celkové ploše [%]	Počet plošek [ks]
Jehličnaté lesy	0,97	1,51	1
Listnaté lesy	0,38	0,60	1
Smíšené lesy	3,36	5,22	2
Městská nesouvislá zástavba	3,23	5,02	9
Orná půda mimo zavlažovaných ploch	51,72	80,38	1
Ovocné sady a keře	0,10	0,15	1
Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace	3,99	6,21	7
Těžba hornin	0,03	0,04	1
Vodní plochy	0,56	0,88	2
Σ	64,35	100	25

Tab. 4. Zastoupení využití území podle LPIS v povodí vodního útvaru Bečvářka

Tab. 4. Land use representation according to LPIS in the Bečvářka water body basin

LPIS	Výměra [ha]	Poměr k celkové ploše [%]	Počet plošek [ks]	Průměrná velikost plošky [ha]	Maximální velikost plošky [ha]	Minimální velikost plošky [ha]
Jiná kultura	0,49	0,01	2	0,25	0,36	0,13
Jiná trvalá kultura	0,79	0,02	2	0,39	0,57	0,21
Mimoprodukční plocha	0,50	0,01	2	0,25	0,48	0,02
Ovocný sad	7,35	0,15	1	--	--	--
Standardní orná půda	4 819,03	97,15	421	11,45	115,20	0,01
Travní porost (na orné půdě)	9,92	0,20	14	0,71	2,53	0,02
Trvalý travní porost	98,03	1,98	84	1,17	9,06	0,03
Zalesněná půda	3,20	0,06	5	0,64	1,74	0,24
Úhor	20,38	0,41	36	0,57	3,23	0,01
Školka	0,51	0,01	1	--	--	--
Σ	4 960,20	100	568	--	--	--

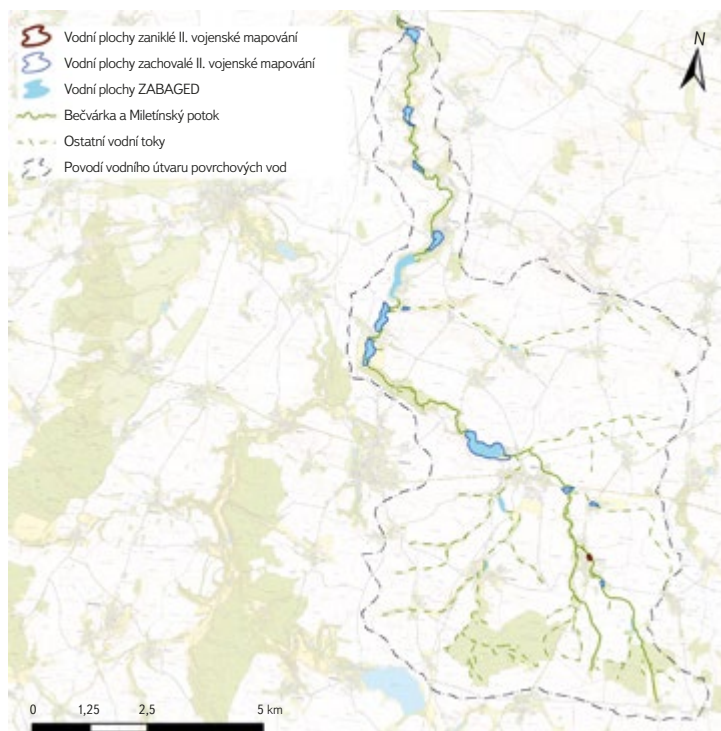
v daném období nejsou k dispozici jiné podklady. Tato ortofotomapa vznikla v rámci projektu „Národní inventarizace kontaminovaných míst (NIKM)“. Letecké měřické snímky poskytl Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad (VGHMÚř) Dobruška a do podoby ortofotomapy je zpracovala společnost GEODIS BRNO, spol. s r. o. [12, 14].

Archivní ortofotomapy

Tyto ortofotomapy jsou dostupné jako sada v rozmezí let 1998–2022. Lze v ní volit zobrazení vrstev podle jednotlivých roků snímkování. Zachycena je vždy pouze ta část území, jež byla nasnímkována během jednoho roku. Ve vrstvách od roku 1998 do roku 2001 jsou snímky černobílé, vrstvy od roku 2002 obsahují snímky barevné [14].

VÝSLEDKY

Historická rybniční soustava na vodním toku Bečvářka zaznamenaná na II. vojenském mapování zahrnovala celkem devět rybníků (Mlýnský rybník, Stojespal, Mlékovický rybník, Svojšický rybník, Rozkoš, Rybník, Bošický rybník, Mlýnek a Frčina). Další dva rybníky se nevyskytovaly přímo na Bečvářce. Voděradský rybník se nacházel na Voděradském potoce bezprostředně před jeho soutokem s Bečvářkou a rybník v Podousech na Podouském potoce. Celkem šlo o 11 rybníků o celkové rozloze 65,28 ha. Všechny tyto rybníky se dochovaly do současnosti (obr. 5, tab. 5), resp. Mlékovický rybník je stále jako rybník na aktuálních mapových podkladech uváděn, stejně jako v katastru nemovitostí [18], ačkoli od roku 2013, kdy došlo při povodni k protržení jeho hráze (obr. 6) [19, 20], nebyl obnoven a tato lokalita zarůstá, tj. je ponechána sukcesi (obr. 7–9) [20]. Všechny historické rybníky mají dnes menší rozlohu s výjimkou Voděradského



Obr. 5. Vývoj rybniční soustavy v povodí vodního útvaru Bečvářka od II. vojenského mapování po současnost na podkladě ZTM 10

Fig. 5. Development of the pond system in the Bečvářka water body basin from the 2nd Military Mapping to the present in the context of BTM 10

Tab. 5. Vývoj rozlohy rybniční soustavy v povodí vodního útvaru Bečvářka

Tab. 5. Development of the pond system area in the Bečvářka water body basin

Současný název	Vodní tok	Současná rozloha [ha]	Historická rozloha [ha]	Poměr historické rozlohy k současné [%]	Detekce na Müllerově mapě
Mlýnský (Podbečvářský) rybník	Bečvářka	21,98	26,82	122,03	Ano
Utopenec	Bečvářka	16,42	--	--	Zřejmě ano
Stojespal	Bečvářka	7,13	8,53	119,55	Ano
Mlékovický rybník	Bečvářka	6,85	7,92	115,66	Ano
Svojšický rybník	Bečvářka	5,73	6,40	111,60	Ano
Rozkoš	Bečvářka	4,16	4,99	119,94	Ano
Rybník	Bečvářka	3,21	4,53	141,10	Ano
Bošický rybník	Bečvářka	2,05	1,95	95,16	Ano
Mlýnek	Bečvářka	1,39	1,70	122,39	Ne
Frčina	Bečvářka	0,62	0,78	126,71	Ne
Horní a Dolní Kunvald	Bečvářka	0,85	--	--	Ne
Bosňák	Drahobudický potok	3,13	--	--	Ne
Bezejmenný (Drahobudice)	Drahobudický potok	0,74	--	--	Ne
Bezejmenný (Podousy)	Podouský potok	0,67	0,96	142,42	Ne
Bezejmenný (Dolní Chvatliny)	Voděradský potok	0,86	--	--	Ne
Voděradský rybník	Voděradský potok	0,84	0,70	83,34	Ne
Σ	--	76,64	65,28	85,18	--

a Bošického rybníka. V současnosti přibýlo oproti stavu zaznamenanému na II. vojenském mapování v povodí Bečvářky pět rybníků s rozlohou nad 0,5 ha. Dva rybníky zbudované těsně za sebou (Horní a Dolní Kunvald) byly pro hodnocení vývoje rybníční soustavy na Bečvářce uvažovány jako jeden objekt. Horní a Dolní Kunvald jsou na horním toku Bečvářky a rybník Utopenec je na střední Bečvářce u Mlékovic za Stojespalem (obr. 5 a 7). Svou rozlohou se řadí hned za největší rybník v povodí – Mlýnský rybník u Bečvár. Mezi středně velké rybníky patří Bosňák na Drahobudickém potoce (obr. 10). Nejmenší nové rybníky jsou v Drahobudicích a Dolních Chvatlinách. Celková rozloha současných rybníků je cca o 11 ha větší než rozloha rybníků historických, a to i přesto, že téměř všechny jednotlivé historické rybníky měly rozlohu větší než nyní (obr. 5, tab. 5). Z porovnání mapových podkladů je patrné, že toto zmenšení ploch jednotlivých rybníků je způsobeno zarůstáním litorálního pásma daného historického rybníka. To lze zřetelně pozorovat zejména u rybníků Mlýnského, Rybníka a Stojespalu (obr. 7, 10 a 11). Současný stav rybníků Stojespal, Utopenec, Rybník, Rozkoš, Mlýnský a Bosňák je znázorněn na obr. 12–17.

Na obr. 18 je pak zachycen stav rybníků na Müllerově mapě Čech. Z této mapy lze usuzovat, že sedm největších historických rybníků na Bečvářce existovalo i v době Müllerova mapování. Navíc z mapy vyplývá, že v místě současného rybníka Utopenec se vyskytoval menší rybník, ačkoli na mapě II. vojenského mapování tento rybník není zaznamenan. Na Drahobudickém potoce je zakreslena soustava čtyř rybníků, ani jeden z nich však zřejmě neodpovídá současné lokalizaci stávajících dvou rybníků.



Obr. 6. Průrva v hrázi Mlékovičského rybníka a stav vegetace v prostoru zátopy čtyři roky po protřetí, stav v roce 2017 [20]

Fig. 6. The gap in Mlékovičský Pond dam and the state of vegetation in the flooded area four years after the breach, as of 2017 [20]



Obr. 7. Porovnání vývoje rybníční soustavy na Bečvářce u Mlékovic, včetně okolní krajiny, na mapě II. vojenského mapování, Historické ortofotomapě z padesátých let 20. století, aktuální ZTM 10 a aktuální Ortofotomapě ČR

Fig. 7. Comparison of pond system development on the Bečvářka river near Mlékovice village, including the surrounding landscape, shown on a map of the 2nd Military Mapping, on a Historical Orthophotomap from the 1950s, on the current BTM 10, and on the current Orthophotomap of the Czech Republic



Obr. 8. Porovnání vývoje rybníční soustavy na Bečvářce u Mlékovic, včetně okolní krajiny, na Archivních ortofotomapách z let 2000 až 2019

Fig. 8. Comparison of pond system development on the Bečvářka river near Mlékovice village, including the surrounding landscape, shown on Archival Orthophotomaps from 2000 to 2019



Obr. 9. Mlékovický rybník v současnosti (říjen 2024)
 Fig. 9. The current state of Mlékovický pond (October 2024)



Obr. 10. Porovnání vývoje rybníční soustavy na Bečvářce u Bečváry, včetně okolní krajiny, na mapě II. vojenského mapování, Historické ortofotomapě z padesátých let 20. století, aktuální ZTM 10 a aktuální Ortofotomapě ČR
 Fig. 10. Comparison of pond system development on the Bečvářka river near Bečváry village, including the surrounding landscape, shown on a map of the 2nd Military Mapping, on a Historical Orthophotomap from the 1950s, on the current ZTM 10, and on the current Orthophotomap of the Czech Republic



Obr. 11. Porovnání vývoje rybníční soustavy na Bečvářce u Žabonosy, včetně okolní krajiny, na mapě II. vojenského mapování, Historické ortofotomapě z padesátých let 20. století, aktuální ZTM 10 a aktuální Ortofotomapě ČR
 Fig. 11. Comparison of pond system development on the Bečvářka river near Žabonosy village, including the surrounding landscape, shown on a map of the 2nd Military Mapping, on a Historical Orthophotomap from the 1950s, on the current ZTM 10, and on the current Orthophotomap of the Czech Republic



Obr. 12. Rybník Stojespal v současnosti, včetně zaniklé historické části (říjen 2024)
Fig. 12. The current state of Stojespal pond, including a disappeared historical part (October 2024)



Obr. 13. Rybník Utopenec v současnosti (říjen 2024)
Fig. 13. The current state of Utopenec pond (October 2024)



Obr. 14. Současný stav rybníka Rybník, včetně zaniklé historické části (říjen 2024)
Fig. 14. The current state of Rybník pond, including a disappeared historical part (October 2024)



Obr. 15. Rybník Rozkoš v současnosti (říjen 2024)
Fig. 15. The current state of Rozkoš pond (October 2024)



Obr. 16. Současný stav Mlýnského rybníka, včetně zaniklé historické části (srpen 2024)
Fig. 16. The current state of Mlýnský pond, including a disappeared historical part (August 2024)



Obr. 17. Rybník Boshák v současnosti (srpen 2024)

Fig. 17. The current state of Boshák pond (August 2024)

DISKUZE A ZÁVĚR

V minulosti byly za rybníky považovány všechny uměle vytvořené vodní plochy opatřené hrází nebo vyhloubené lidskou činností [21]. V současnosti máme velké množství typů vodních ploch podle využití a zároveň jsou i rozdíly mezi využitím vodních ploch označených za rybníky. Ani v polovině 19. století se ještě přesně nevymezoval rozdíl mezi nádrží (požární, hospodářskou aj.) a rybníkem (tj. vodní plochou určenou výhradně pro chov ryb). Můžeme tedy všechny vodní plochy zakreslené na mapách II. vojenského mapování považovat za rybníky [21, 22]. Nicméně v povodí Bečvářky s odlišením rybníků od ostatních vodních ploch nebyl zásadní problém, většinou šlo o zachovalé historické rybníky. Případným problémům předcházelo i vymezení vodních ploch o minimální rozloze 0,5 ha zahrnutých do vyhodnocení. Jediným zaniklým rybníkem byl bezejmenný rybník v obci Červený Hrádek. Vzhledem ke své minimální, téměř přesně půlhektarové rozloze nebyl pro vyhodnocení vývoje rybníční soustavy v povodí Bečvářky uvažován.

Historická rybníční soustava v povodí Bečvářky zaznamenaná na II. vojenském mapování zahrnovala celkem 11 rybníků, z nichž devět bylo přímo na Bečvárci, o celkové rozloze 65,28 ha. Všechny tyto rybníky se dochovaly do současnosti, ačkoli Mlékovický rybník má od roku 2013 stále protrženou hráz, neplní svou původní funkci a jeho obnovení není jisté [20]. V současnosti je v tomto povodí 16 rybníků (započítán je i Mlékovický rybník) o celkové rozloze 76,64 ha – tj. rozloha rybníků v současnosti je větší než v polovině 19. století, přičemž současná soustava rybníků je z velké části totožná s tou historickou.

Samozřejmě pro interpretaci těchto výsledků je potřeba vzít v úvahu skutečnost, že jde o porovnávání pouze dvou výchozích stavů z hlediska časové stability rybníků. Jedná se o dobu II. vojenského mapování a současnost. Samozřejmě docházelo ke změně rozlohy rybníků vlivem hospodaření, např. v mezidobí mohlo dojít k zazemnění a pozdější následně obnově rybníka. To by mohl být případ Voděradského rybníka, jenž nejenže není na ortofotomapě z padesátých let 20. století zřetelný, ale jeho současná plocha je větší než v minulosti (obr. 7). Původně také docházelo k dlouhodobějšímu vypouštění rybníků za účelem tzv. letnění rybníků nebo jejich odbahňování, případně mohl být snímek pořízen v době výlovu rybníka, takže na archivním leteckém snímku nebyla zobrazena vodní hladina. Taková situace je zachycena v případě Mlýnského rybníka na obr. 10 opět na ortofotomapě z padesátých let 20. století.



Obr. 18. Zobrazení rybníční soustavy v povodí vodního útvaru Bečvářka na Müllerově mapě Čech [15]

Fig. 18. The pond system

in the Bečvářka water body basin on Müller's map of Bohemia [15]

Tato rybníční soustava se svým vývojem vymyká údajům platným jinak pro celou ČR, které uvádějí, že nejmenší rozlohu zaujímaly rybníky v polovině 19. století a od té doby se mírně zvyšovala. Také podstatná část rybníků zaznamenaných na mapách II. vojenského mapování v nížinných oblastech se nedochovala do současnosti [20, 21, 23, 24]. Rybníční soustava na Bečvárci se též liší od vývoje rybníčních soustav v Polabí, kde i přes určité odlišnosti došlo k rozsáhlému zániku historických rybníků [2, 20, 21, 25–29]. Obdobný trend lze pozorovat i v nížinách v povodí Moravy [30]. V podobně malé/sporadické míře jako v povodí Bečvářky došlo k zániku nebo redukcí plochy historických rybníků jen na Třeboňsku, ale tamní rybníční krajina je mnohem rozsáhlejší [20].

Tato skutečnost na první pohled působí paradoxně, protože toto povodí je využíváno pro intenzivní zemědělství a pokrývá ho převážně standardní orná půda. Nicméně od Bečvár až k soutoku s Výrovkou protéká Bečvářka téměř nepřetržitě relativně úzkým a hlubokým kaňonem, takže tu není nijak velký tlak na zazemňování rybníků a jejich nahrazení ornou půdou. Zdá se, že v kontextu s probíhající klimatickou změnou je na takový vodní tok, jako je Bečvářka, takto robustní rybníční soustava zřejmě předimenzovaná.

V tomto kontextu lze uvažovat o tom, že Mlékovický rybník by nemusel být obnoven a stal by se předmětem některé z forem územní ochrany v rámci ochrany přírody spojené s odpovídajícím managementem této lokality. Toto území je po 12 letech sukcese určitě významnější z hlediska zadržení vody v krajině než jako rybník využívaný dnešním obvyklým způsobem pro produkci ryb. Obnova rybníka by navíc, vzhledem k jeho současnému stavu, byla finančně značně náročná. Nicméně vlastníkem rybníka je velká regionální společnost zabývající se rybářstvím, která hospodaří na podstatné části rybníků v oblasti. Takové řešení, respektující současný stav, by proto pravděpodobně i v tomto případě představovalo velkou finanční zátěž spojenou s nutnou změnou vlastníka.

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci výzkumu Centra pro krajinu a biodiverzitu (TA ČR č. SS02030018) s podporou interních grantů VÚV TGM č. 3600.23/2024 a č. 3600. 23/2025 (Podpora výzkumu – institucionální podpora, odbor 230).

Literatura

- [1] Hydroekologický informační systém (HEIS VÚV TGM). *Mapa Vodní hospodářství a ochrana vod* [on-line]. [citováno 2024-11-23]. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda/
- [2] RICHTER, P., ECKHARDT, P., KRATINA, J., MAŠAŠOVSKÁ, V., SEMERÁDOVÁ, S. Povodí Výrovky jako vhodné území pro sledování a porovnávání hydrologických a krajinných charakteristik. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2022, 64(3), s. 31–37. ISSN 0322-8916.
- [3] Národní geoportál INSPIRE. *Mapy – ČGS – Geologická mapa České republiky 1 : 500 000* [on-line]. [citováno 2024-12-03]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>
- [4] NĚMEČEK, J. et al. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2., uprav. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2011. ISBN 978-80-213-2155-7.
- [5] *Půda v mapách* [on-line]. [citováno 2024-12-05]. Dostupné z: <https://mapy.vumop.cz/>
- [6] ROMPORTL, D., CHUMAN, T., LIPSKÝ, Z. Typologie současné krajiny Česka. *Geografie*. 2013, 118(1), s. 16.
- [7] *Katalog objektů ZABAGED** [on-line]. [citováno 2024-12-06]. Dostupné z: https://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/ZABAGED_katalog/CS/
- [8] *Monitoring krajinného pokryvu Česka. CORINE Land Cover* [on-line]. [citováno 2024-12-18]. Dostupné z: <https://landcover.cenia.cz/corine-land-cover/>
- [9] *Portál farmáře. Registr půdy-LPIS* [on-line]. [citováno 2024-12-23]. Dostupné z: <https://mze.gov.cz/public/portal/mze/farmar/LPIS>
- [10] *Digitální registr Ústředního seznamu ochrany přírody* [on-line]. [citováno 2024-12-30]. Dostupné z: <https://drusop.nature.cz/>
- [11] Národní geoportál INSPIRE. *Mapy* [on-line]. [citováno 2024-12-31]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>
- [12] Národní geoportál INSPIRE. *Prohlížeč služby* [on-line]. [citováno 2024-12-31]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>
- [13] Laboratoř geoinformatiky Fakulty životního prostředí Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. *II. vojenské mapování* [on-line]. [citováno 2025-01-06]. Dostupné z: http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?lang=cs&map_root=2vm
- [14] Geoportál ČÚZK. *Prohlížeč služby – WMS* [on-line]. [citováno 2025-01-02]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(lcsguqwsq1my1rvbg3qy5suw\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311](https://geoportal.cuzk.cz/(S(lcsguqwsq1my1rvbg3qy5suw))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311)
- [15] Archiv Zeměměřického úřadu. *Müllerova mapa Čech* [on-line]. [citováno 2025-01-12]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/archiv/>
- [16] Laboratoř geoinformatiky Fakulty životního prostředí Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. *Müllerovo mapování* [on-line]. [citováno 2025-01-12]. Dostupné z: http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?lang=cs&map_root=mul
- [17] RICHTER, P. Problematika interpretace archivních mapových podkladů v případě mokřadních biotopů. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2022, 63(5), s. 32–38. ISSN 0322-8916.
- [18] *Nahlížení do katastru nemovitostí* [on-line]. [citováno 202-02-05]. Dostupné z: <https://nahlizeni.dokn.cuzk.gov.cz/>
- [19] *Souhrnná zpráva o povodních v červnu 2013 v oblasti povodí Horního a středního Labe a na vlastním toku Labe v oblasti povodí Ohře a Dolního Labe (1. 6.–3. 6. a 25. 6.–28. 6.)*. Hradec Králové: Povodí Labe, státní podnik, červen 2014. 227 s.
- [20] DAVID, V. *Vybrané kapitoly z historie rybníků – Analýza historického vývoje rybníčních sítí ve vybraných územích*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2020. 112 s. ISBN 978-80-01-06804-5.
- [21] PAVELKOVÁ, R., FRAJER, J., NETOPII, P. et al. *Historické rybníky České republiky: srovnání se stavem v 2. polovině 19. století*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2014. 167 s.
- [22] HAVLÍČEK, M., SVOBODA, J., DOSTÁL, I. Vliv rozvoje cukrovarnictví v okrese Hodonín na změny využití krajiny a dopravní infrastrukturu. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 2013, 129(9-10), s. 312–316.
- [23] PŘÍKRYL, I. Historický vývoj našeho rybníkářství a rybníčních ekosystémů. *Veronica*. 2004, 1, s. 7–10.
- [24] ROZKOŠNÝ, M., PAVELKOVÁ, R., DAVID, V., TRANTINOVÁ, M., FRAJER, J., DZURÁKOVÁ, M., DAVIDOVÁ, T., HŮLA, P., NETOPII, P., FIALOVÁ, M. *Zaniklé rybníky v České republice – případové studie potenciálního využití území*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2015. 155 s. ISBN 978-80-87402-47-4.
- [25] SANTRŮČKOVÁ, M., WEBER, M., LIPSKÝ, Z., STROBLOVÁ, L. Participative Landscape Planning in Rural Areas: A Case Study from Novodvorsk, Žehušicko, Czech Republic. *Futures*. 2013, 51, s. 3–8. ISSN 0016-3287.
- [26] VEVERKA, J. K dějinám rybníkářství ve středním Polabí. *Český lid*. 1949, 36(9/10), s. 161–166.
- [27] RICHTER, P. Vývoj lokalizace rybníků v Polabské nížině od poloviny 19. století – 1. část – Pardubicko. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2023, 65(3), s. 32–38. ISSN 0322-8916.
- [28] RICHTER, P. Vývoj lokalizace rybníků v Polabské nížině od poloviny 19. století – 2. část – Poděbradsko. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2023, 65(4), s. 32–38. ISSN 0322-8916.
- [29] RICHTER, P. Zaniklá rybníční soustava na dolním toku Doubravy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2024, 66(2), s. 12–20. ISSN 0322-8916.

[30] HAVLÍČEK, M., SKOKANOVÁ, H., DAVID, V., PAVELKOVÁ, R., LÉTAL, A., FRAJER, J., NETOPII, P., ŠARAPATKA, B. Možnosti využití starých topografických map z let 1763–1768 pro hodnocení vývoje vodních ploch a potenciál jejich obnovy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2019, 61(1), s. 6–13. ISSN 0322-8916.

Autor

Ing. Pavel Richter, Ph.D.

✉ pavel.richter@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-6338-3481

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha (Česká republika)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2025.01.004

ISSN 0322-8916/© 2025 Autor. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

THE POND SYSTEM ON THE BEČVÁRKA RIVER

RICHTER, P.

T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague (Czech Republic)

Keywords: archival maps – watercourses – floodplains of watercourses – ponds

This article presents the pond landscape development in the Bečvarka river basin based on the interpretation of archival and current map data, including verification of the current state of pond locations. A total of 11 ponds with a total area of 65.28 ha were recorded on the map of the 2nd Military Mapping. A total of 16 ponds with a total area of 76.64 ha were recorded on the current map. The current ponds' total area is approximately 11 ha larger than the area of the historical ponds. This is despite the fact that almost all individual historical ponds had an area larger than at present. One of the main reasons for this state is the later construction of two large ponds in the area. From a comparison of the map data, it is clear that the reduction in the areas of individual historical ponds at present is mainly caused by the overgrowth of the littoral zone.

Hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů tekoucích vod povrchových v České republice metodikou HYMOS

JÁN BABEJ, JIŘÍ JAKUBÍNSKÝ, VILÉM PECHANEC, PAVEL KOŽENÝ,
DENISA NĚMEJCOVÁ, PAVEL VYVLEČKA

Klíčová slova: hodnocení hydromorfologie – metodika HYMOS – Rámcová směrnice o vodách – vodní útvar

ABSTRAKT

Hodnocení hydromorfologického stavu a jeho složek (hydrologický režim, kontinuita, morfologické podmínky) je součástí monitoringu ekologického stavu vodních útvarů. Hydromorfologie jako podpůrná složka biologického hodnocení má zásadní vliv na živé organismy ve vodních ekosystémech. Ačkoli Ministerstvo životního prostředí (MŽP) v minulosti oficiálně schválilo metodiku pro monitoring a hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků (metodika HEM), byla tato metodika používána pouze v omezeném rozsahu. V případech třetích plánů povodí byla hydromorfologie hodnocena výhradně na základě distančních dat dle *Pracovního postupu určení významných vlivů na morfologii a hydrologický režim*. Na základě požadavku MŽP vznikla v rámci projektu TA ČR nová metodika hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů tekoucích vod (HYMOS), která zohledňuje nové požadavky a aktuální poznatky v oblasti hydromorfologie a zároveň minimalizuje nevýhody předchozích metodik, zejména v oblasti časové a finanční náročnosti hodnocení. Finální podoba metodiky byla testována na 15 vodních útvarech rozdělených do 50 úseků. Pro každý z těchto úseků bylo vypočítáno skóre hodnocení hydrologického režimu, kontinuity, morfologických podmínek a celkového hydromorfologického stavu a následně bylo stanoveno skóre za vodní útvar, včetně zařazení do třídy hodnocení. Výsledky hodnocení ukázaly, že v případě velkých vodních toků, kde se antropogenní ovlivnění projevuje na dlouhých úsecích, může mít dostatečně vypovídající hodnotu i agregovaná hodnota za vodní útvar. Naopak u vodních útvarů zahrnujících malé a středně velké toky, které jsou z hlediska zastoupení hydromorfologických typů a působení antropogenních tlaků nehomogenní, je hodnocení na úrovni vodních útvarů příliš agregované a neumožňuje identifikaci kritických úseků. Ačkoli je pro reportování stavu vodních útvarů nutné uvádět údaje za celý útvar, pro návrh opatření ke zlepšení hydromorfologického stavu je praktické pracovat s detailními daty za úseky. Metodika HYMOS proto kombinuje detailní i agregovaný přístup, což z ní činí flexibilní nástroj vhodný jak pro strategické plánování na úrovni vodních útvarů, tak pro hodnocení lokálních úseků v návaznosti na prováděná či plánovaná opatření.

ÚVOD

Rámcová směrnice o vodách (2000/60/ES) [1] ukládá členským státům EU povinnost hodnotit hydromorfologický stav povrchových vod. Ten, společně

s biologickými, chemickými a fyzikálně-chemickými složkami, tvoří součást monitoringu ekologického stavu vodních útvarů. Pojem „hydromorfologie“ zahrnuje informace o geomorfologických a hydrologických procesech probíhajících ve vodních tocích, včetně jejich podélné, laterální a vertikální kontinuity. Podle Rámcové směrnice o vodách se hodnocení hydromorfologie vodních útvarů kategorie řeka člení na tři hlavní složky:

1. hydrologický režim,
2. kontinuitu vodního toku,
3. morfologické podmínky.

Cílem hodnocení hydromorfologického stavu je určit míru antropogenního ovlivnění vodních útvarů v rámci těchto složek. Hodnocení hydromorfologie se využívá v mnoha krocích procesu plánování podle Rámcové směrnice o vodách. Svou roli hraje při vymezení vodních útvarů, analýze významných vlivů, stanovení silně ovlivněných vodních útvarů, výběru umístění monitorovacích profilů a v neposlední řadě také při navrhování efektivních opatření pro dosažení dobrého stavu, resp. potenciálu vodního útvaru, který je hlavním cílem Rámcové směrnice o vodách. Základním legislativním dokumentem, jenž upravuje hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů na evropské úrovni, je zmíněná Rámcová směrnice o vodách. V české legislativě je tato problematika upravena zákonem č. 254/2001 Sb., tzv. vodním zákonem, a vyhláškou č. 98/2011 Sb., která stanovuje způsob a rozsah hodnocení stavu povrchových vod. Správnou a konzistentní implementaci Rámcové směrnice o vodách v souladu s cíli Evropské unie podporují metodické pokyny Společné implementační strategie (*CIS – Common Implementation Strategy*) a příslušné normy. V oblasti hodnocení hydromorfologie jde o normy ČSN EN 14614 [2] a ČSN EN 15843 [3].

Hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů je v současnosti v České republice (ČR) formálně prováděno metodikou Hydroekologického monitoringu (HEM) [4, 5], která byla oficiálně akceptována MŽP. Tato metodika byla ovšem využita pouze v omezené míře a data z hodnocení dosud nebyla oficiálně reportována v rámci pravidelných hlášení o stavu vodních útvarů. Uživatelé metodiky často poukazovali na její časovou náročnost, zejména při sběru terénních dat a následných výpočtech, stejně jako na vyšší míru subjektivity při hodnocení jednotlivých indikátorů. Ačkoli metodika splňuje základní požadavky české a evropské legislativy, od jejího vzniku došlo k významnému

pokroku v oblasti hodnocení hydromorfologie vodních toků, což se projevilo i v aktualizacích příslušných norem. Tento vývoj ukázal potřebu revidovat stávající přístup tak, aby lépe reflektoval nové požadavky a aktuální poznatky. V reakci na tyto výzvy byla vyvinuta v rámci projektu TA ČR č. *SS05010135 „Vývoj metodiky pro monitoring a hodnocení hydromorfologických charakteristik vodních toků“* nová metodika pro hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů, označovaná akronymem *HYMOS – Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí hydromorfologických složek*. Cílem tohoto článku je stručně představit tuto metodiku a ukázat její aplikovatelnost na příkladu hodnocení vybraných 15 vodních útvarů v ČR.

METODIKA

Metodika HYMOS

Obecné charakteristiky metodiky

Metodika byla vyvinuta primárně pro hodnocení vodních útvarů povrchových vod tekoucích, a to jak přirozených, tak silně ovlivněných. Není však určena pro hodnocení umělých vodních útvarů. S ohledem na potřebu flexibilního přístupu k hodnocení hydromorfologie byla současně koncipována tak, aby umožňovala hodnotit i vodní toky, které nejsou definovány jako vodní útvary. Při vývoji metodiky byl kladen důraz na legislativní rámec a normy uvedené v úvodní kapitole. Významnou roli při jejím vytváření měly výsledky evropského projektu REFORM (REstoring rivers FOR effective catchment Management) [6] a metodika *Morphological Quality Index (MQI)* [7], jež byla vyvinuta v rámci uvedeného projektu. Na základě nových poznatků z projektu REFORM a metodiky MQI byla aktualizována norma EN 14614 (2020, původní verze schválená v roce 2005). Důležitým východiskem pro tvorbu nové metodiky byl také *Pracovní postup určení významných vlivů na morfologii a hydrologický režim* [8].

Metodika HYMOS zahrnuje dle současných požadavků a doporučení jak hodnocení tvarů, tak procesů, přičemž sleduje procesy nejen v hodnoceném úseku, ale také nad ním, např. ovlivnění transportu sedimentů mající vliv na zahlubování vodního toku níže po proudu. Na vodní toky metodika nahlíží jako na dynamicky se měnící systémy, které se vyvíjejí v čase, přičemž je možná změna z jednoho půdorysného tvaru na jiný. Z tohoto důvodu metodika nenastavuje referenční stav na základě archivních map, ačkoli archivní mapy slouží jako důležitý podklad pro identifikaci antropogenních úprav v minulosti. Plná verze metodiky je volně dostupná na oficiálních stránkách projektu HYMOS (<https://hymos.czechglobe.cz/>) [9]. Z webových stránek má uživatel dále přístup do specializované databáze [10], která obsahuje morfologické charakteristiky vodních útvarů a vymezených úseků, a také do webové aplikace a k softwaru pro automatizaci hodnocení hydromorfologického stavu [11].

Referenční podmínky

Oproti dřívějším metodikám nejsou referenční podmínky stanoveny jako konkrétní charakteristiky jednotlivých hodnocených indikátorů pro jednotlivé typy vodních toků, např. ve formě přesných hodnot variability šířky koryta nebo počtu přirozených typů substrátu. Tento přístup totiž často vedl k nepřesnostem v hodnocení. Nově jsou referenční podmínky definovány v souladu s Rámcovou směrnicí o vodách (2000/60/ES) a poznatky projektu REFORM následovně:

- pro indikátory vyjadřující působení antropogenních tlaků (např. stabilizace břehů, úpravy dna koryta) jsou referenční podmínky definovány jako absence tlaků nebo jejich minimální přítomnost, jež nemá významný dopad na fluvialní procesy, morfologii nebo přirozený vývoj koryta;

- pro indikátory vyjadřující „funkčnost“ vodního toku a jeho odezvu na antropogenní tlaky (např. dnový substrát, tvary dna koryta) jsou referenční podmínky definovány jako přítomnost tvarů a procesů, které jsou očekávány u vodního toku nacházejícího se v daných fyzicko-geografických podmínkách (např. sklon a tvar údolí, intenzita přínosu sedimentů).

Tento způsob nastavení referenčních podmínek klade vyšší odborné nároky na uživatele metodiky. Aby bylo hodnocení co nejvíce usnadněno, byla v rámci projektu HYMOS vytvořena hydromorfologická typologie vodních toků. Ta vychází z kombinace následujících klíčových parametrů: sklon údolí, sevřenost toku v údolí (angl. confinement index, definovaný jako poměr šířky nivy k šířce koryta), potenciál přínosu hrubých sedimentů do koryta a velikost toku (řád vodního toku podle Strahlera). Na základě těchto parametrů byly vytvořeny hydromorfologické typy vodních toků, k nimž jsou připojeny popisy charakteristických morfologických parametrů koryta. Tyto popisy slouží jako vodítko pro hodnotitele při posuzování hodnocení hydromorfologie. Parametry vstupující do typologie se rovněž využívají při členění vodních útvarů na (relativně) homogenní úseky, což umožňuje přesnější a konzistentnější hodnocení.

Členění vodních útvarů na úseky

Vodní útvary vymezené na území ČR často vykazují vysokou míru nehomogenity. V rámci jednoho vodního útvaru se obvykle vyskytují různé hydromorfologické typy vodních toků, které se liší svou odezvou na působení antropogenních tlaků. Toto vymezení není plně v souladu s požadavky Rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES) ani s doporučeními metodických pokynů CIS č. 3 a 10 [12, 13]. Vzhledem k požadavku na zachování stávajícího vymezení vodních útvarů bylo pro účely hodnocení hydromorfologického stavu nutné provést jejich rozdělení na homogennější úseky. K vymezení úseků byla využita následující kritéria:

- parametry hydromorfologické typologie – sklon a tvar údolí, potenciál přínosu hrubých sedimentů a velikost vodního toku;
- půdorysný tvar koryta – např. změna z meandrujícího do přímého či jinak upraveného tvaru;
- výskyt prvků ovlivňujících podélnou kontinuitu vodního toku – především hráze vodních nádrží, průtočných rybníků a další bariéry, které narušují přirozené procesy proudění a transportu sedimentů;
- využití příbřežní zóny – změny mezi přirozeným vegetačním pokryvem, kulturní krajinou, mozaikovitou krajinou a zástavbou slouží jako zástupná informace o potenciální změně morfologie koryta.

Základní charakteristiky vymezených úseků, jako je sklon údolí a vodního toku, sevřenost toku v údolí, řád vodního toku a další relevantní parametry, jsou dostupné ve veřejně přístupné databázi na webových stránkách projektu HYMOS [10].

Hodnocení hydromorfologických charakteristik se provádí na úrovni těchto úseků, přičemž metodika umožňuje volbu ze dvou přístupů hodnocení. Oba přístupy odpovídají legislativním požadavkům a jejich výběr je ponechán na uživateli metodiky:

1. Hodnocení celé délky úseku: Tento přístup poskytuje nejpresnější obraz o hydromorfologickém stavu, protože reflektuje všechny charakteristiky v rámci celého úseku. Nevýhodou je jeho časová náročnost, zejména při sběru terénních dat.
2. Hodnocení na kratším reprezentativním „podúseku“: Hodnocení se provádí na vybraném podúseku, jehož charakteristiky jsou následně extrapolovány na celý úsek. Tento přístup je časově méně náročný, avšak poskytuje méně detailní informace o hydromorfologickém stavu. Volba podúseku je klíčová pro zajištění reprezentativnosti výsledků.

Tab. 1. Přehled hodnocených indikátorů, jejich rozsahu, způsobu hodnocení a nejčastějšího zdroje dat pro hodnocení. Indikátory podbarvené oranžovou barvou jsou ty, které jsou hodnoceny alternativním způsobem v případě nedostupnosti potřebných dat – jako jsou distanční data nebo data z vodoměrných stanic. Písmeno u jednotlivých indikátorů označuje jejich příslušnost ke konkrétní složce hydromorfologického stavu (H = hydrologický režim, K = kontinuita, M = morfologické podmínky)

Tab. 1. Overview of assessed indicators, their scope, assessment method and the most common data sources for assessment. Indicators highlighted in orange are those evaluated using an alternative approach in cases where the required data – such as remote sensing data or data from gauging stations are unavailable. The letter next to each indicator denotes its affiliation with a specific element of the hydromorphological status (H = hydrological regime, C = continuity, M = morphological conditions)

Pořad. č.	Indikátor	Rozsah hodnocení	Způsob hodnocení a zdroj dat
1.	Hydrologický režim	H	Všechny typy toků (toky s vodoměrnými stanicemi)
1.	1.1 Hydrologický režim nad hodnoceným úsekem	H	Všechny typy toků (toky bez vodoměrných stanic)
	1.2 Hydrologický režim v rámci hodnoceného úseku	H	
2.	Vzduť	H	Všechny typy toků
3.	Migrační prostupnost	K	Toky s řádem dle Strahlera ≥ 4
4.	Transport sedimentů nad hodnoceným úsekem	K	Všechny typy toků
5.	Transport sedimentů v rámci hodnoceného úseku	K	Všechny typy toků
6.	Erodatelné inundační území	K	Toky v nesevěných údolích
7.	Konektivita údolních svahů a koryta	K	Toky v sevěných údolích
8.	8.1 Púdorysný tvar	M	Porovnání současného stavu se stavem na historických mapách nebo přítomnost púdorysného tvaru odpovídajícímu fyzickogeografickým podmínkám (GIS data, terénní průzkum).
	8.2 Renaturační procesy	M	Toky v nesevěných údolích, se sklonem údolí $< 2\%$
	8.3 Významné zkrácení trasy koryta	M	Přítomnost renaturačních procesů (eroze břehů) (terénní průzkum). Změna meandrujícího toku na přímý (zákrutový s nízkou křivolakostí), porovnání současného stavu a stavu na historických mapách (GIS data).
9.	9.1 Periodicita a rozsah zaplavování nivy	K	Toky v nesevěných údolích (dostupnost distančních dat)
	9.2 Akcelerované zahlubování koryta	K	Toky v nesevěných údolích
9.	9.1 Zahloubení koryta	K	Toky v nesevěných údolích (absence distančních dat)
	9.2 Výskyt hrází a bariér v nivě	K	
	9.3 Akcelerované zahlubování koryta	K	
10.	10.1 Variabilita příčného profilu	M	Změny ve tvaru příčného profilu (proměnlivost šířky a hloubky koryta) s ohledem na hydromorfologický typ koryta (terénní průzkum).
	10.2 Částečné zachování variability příčného profilu	M	Všechny typy toků
11.	11.1 Stabilizace dna a stabilizační prahy	M	Přítomnost stabilizací dna a stabilizačních objektů (prahy, stupně, skluzy) (terénní průzkum).
	11.2 Nepropustné stabilizace dna	MK	Všechny typy toků
	11.3 Zatrubněné a zakryté úseky	M	Přítomnost zatrubněných a zakrytých úseků (GIS data).
12.	12.1 Stabilizace břehů	MK	Přítomnost stabilizací břehů (terénní průzkum).
	12.2 Tvrdé stabilizace břehů	MK	Všechny typy toků
13.	Dnový substrát	M	Všechny typy (kromě hlubokých koryt)
			Ovlivnění složení dnového substrátu, výskyt kolmatace, armorované vrstvy, zahloubení do podloží, překrytí hrubého substrátu jemnými sedimenty (terénní průzkum).

Pořad. č.	Indikátor	Rozsah hodnocení	Způsob hodnocení a zdroj dat
14.	14.1 Tvary dna koryta	M	Změny v zastoupení tvarů dna koryta s ohledem na hydromorfologický typ koryta (terénní průzkum).
	14.2 Částečné zachování/obnova tvarů dna koryta	M	V případě ovlivnění tvarů dna koryta na délce větší než 33 % se posuzuje přítomnost tvarů schopných poskytovat habitaty pro živé organismy (terénní průzkum).
15.	Hrubé říční dřevo	M	Všechny typy (kromě toků s přirozenou absencí dřevinné vegetace)
16.	Břehová eroze	K	Toky v nesevěných údolích (kromě toků s nízkou energií)
17.	Fluviální tvary v nivě	M	Toky v nesevěných údolích
18.	18.1 Lineární rozsah funkční příbřežní vegetace	M	Všechny typy toků
	18.2 Využití území příbřežní zóny a nivy	M	Všechny typy toků
19.	19.1 Management příbřežní vegetace a hrubého říčního dřeva	M	Všechny typy toků
	19.2 Management sedimentů	M	Všechny typy toků

Indikátory hodnocení hydromorfologického stavu

Indikátory používané k hodnocení hydromorfologického stavu a jeho dílčích složek (hydrologický režim, kontinuita a morfologické podmínky) vycházejí z požadavků stanovených normou ČSN EN 14614. Výběr indikátorů vychází z aktuálního vědeckého poznání a jejich prokazatelné vazby na hodnocené biologické složky, jako jsou ryby, makrofyta nebo makrozoobentos.

Každý indikátor je definován z hlediska své funkce v hodnocení a rozsahu použití, tj. pro které typy vodních toků je aplikovatelný. Přehled indikátorů je uveden v tab. 1, jež obsahuje stručný popis způsobu hodnocení a specifikuje, na které typy vodních toků se daný indikátor vztahuje. Na rozdíl od dřívějších přístupů již není nutné pro účely hodnocení zaznamenávat u indikátorů detailní informace, jako je procentuální zastoupení typů dnového substrátu nebo tvarů dna koryta. Místo toho se přímo hodnotí míra odchylky od referenčního stavu v kategoriích, což významně snižuje časovou náročnost sběru dat v terénu. Indikátory se hodnotí ve třech až pěti kategoriích, což přispívá také ke snížení míry subjektivity. Sběr terénních dat lze provádět přímo prostřednictvím formuláře v mobilní aplikaci (webová platforma přizpůsobená pro jakékoli mobilní zařízení), čímž se odstraňuje potřeba dodatečného přepisu údajů z papírových formulářů. V průběhu testování metodiky HYMOS byla porovnávána rychlost hodnocení ve srovnání s metodikou HEM. Porovnání provedené na 15 vybraných úsecích vodních toků ukázalo, že samotný sběr dat v terénu byl pomocí metodiky HYMOS přibližně dvakrát rychlejší než při použití metodiky HEM.

Princip výpočtu hydromorfologického stavu

Indikátory jsou hodnoceny v kategoriích, přičemž každé z nich je přiřazeno bodové skóre. Tento systém umožňuje kvantifikovat všechny složky hydromorfologie (hydrologický režim, kontinuita, morfologické podmínky) a celkový hydromorfologický stav úseku a následně vodního útvaru. Skórování vychází z metodiky MQI [7] a bylo na základě dat získaných během řešení tohoto projektu validováno a upraveno, aby odpovídalo podmínkám ČR. Bodové skóre kategorie 1, která reprezentuje referenční stav, je vždy 0 a s rostoucí hodnotou hodnotící kategorie, jež signalizuje vyšší míru antropogenního ovlivnění, roste i bodové skóre.

Hodnocení hydromorfologického stavu se počítá jako součet bodů získaných hodnocením jednotlivých indikátorů, který je následně dělen maximálním

možným bodovým skóre za dané indikátory. Každý indikátor ovlivňuje výsledné hodnocení odlišnou měrou. Výpočet probíhá podle následujícího vzorce:

$$HMS = 1 - \left(\frac{S_{\text{hodnocení}}}{S_{\text{max}}} \right)$$

kde:

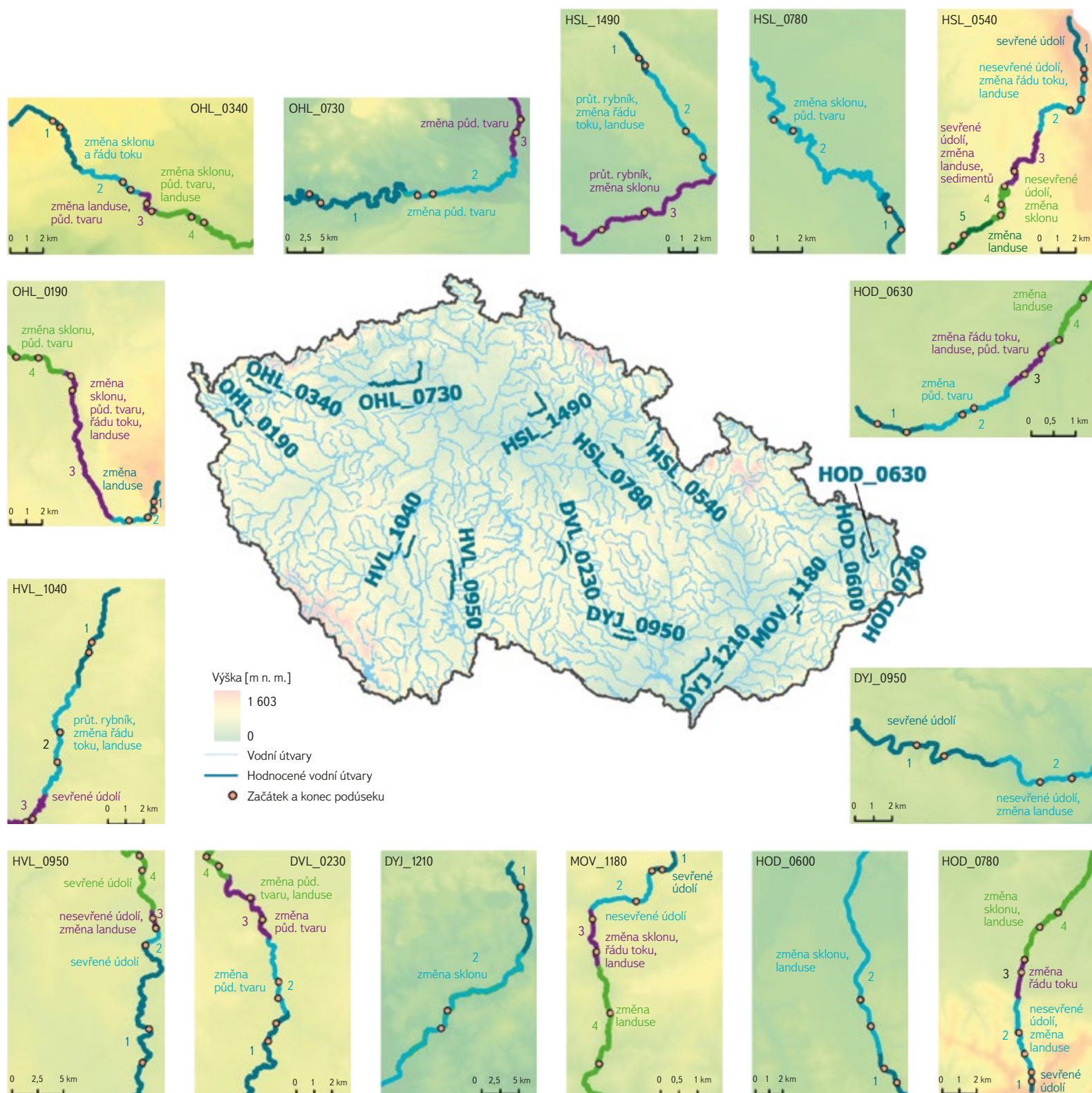
HMS je hydromorfologický stav
 $S_{\text{hodnocení}}$ součet bodů získaný hodnocením indikátorů
 S_{max} maximální součet bodů za hodnocené indikátory

Indikátory, jež nejsou hodnoceny, se do výpočtu maximálního skóre nezačítávají. Tento postup výpočtu se používá i pro jednotlivé složky hodnocení hydromorfologie.

Při výpočtu skóre se také zohledňuje spolehlivost hodnocení. Pokud je hodnocení indikátoru méně spolehlivé (např. kvůli nedostatku nebo neúplnosti dat), označí uživatel dvě hodnotící kategorie a následně se vypočítá rozdíl mezi těmito kategoriemi a do celkového skóre se zahrne i odchylka způsobená touto nejistotou.

Tab. 2. Prahové hodnoty pro hodnocení hydromorfologického stavu a jeho složek
 Tab. 2. Threshold values for the assessment of hydromorphological status and its elements

Třída hodnocení	Popis hodnocení	Prahové hodnoty HMS
1	Velmi dobrý	$0,85 \leq HMS \leq 1,00$
2	Dobrá	$0,70 \leq HMS < 0,85$
3	Střední	$0,40 \leq HMS < 0,70$
4	Poškozený	$0,20 \leq HMS < 0,40$
5	Zničený	$0,00 \leq HMS < 0,20$



Obr. 1. Mapa zobrazující vybrané hodnocené vodní útvary (jejich celé názvy jsou uvedeny v tab. 3), rozdělení vodních útvarů na úseky (úseky jsou barevně odlišeny, jejich číslování odpovídá tab. 3) a parametry, podle kterých bylo toto rozdělení provedeno. Dále jsou znázorněna pořadová čísla úseků a lokalizace podúseků, kde probíhalo terénní hodnocení. (zkratky: průt. rybník = průtočný rybník, půd. tvar = půdorysný tvar)

Fig. 1. The map depicts the selected assessed water bodies (their full names are listed in Tab. 3), the division of water bodies into reaches (reaches are colour-marked, their numbering corresponds to Tab. 3), and the parameters used for this division. It also shows the sequential numbering of reaches and the location of sub-reaches where field assessments were conducted (abbreviations used: průt. rybník = flow-through pond, půd. tvar = channel planform)

Tab. 3. Výsledky hodnocení vybraných vodních útvarů – výsledky za úseky a za celé vodní útvary

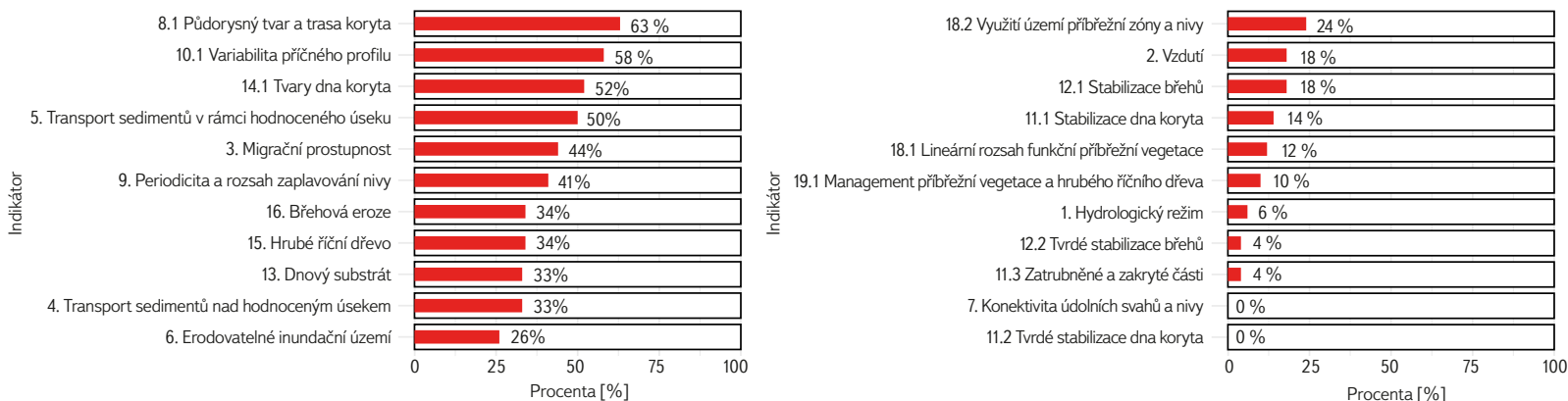
Tab. 3. Results of the assessment of selected water bodies – results for river reaches and entire water bodies

Název VÚ	ID VÚ a úseku	Délka [m]	HM skóre úsek	HM stav úsek	HYDR skóre úsek	HYDR stav úsek	KONT skóre úsek	KONT stav úsek	MORF skóre úsek	MORF stav úsek	Hlavní stresory	HM stav VÚ	HYDR stav VÚ	KONT stav VÚ	MORF stav VÚ
Zlatý potok od toku Mlýnský potok po ústí do toku Šlapanka a Šlapanka po ústí do toku Sázava	DVL_0230_1	9 454	0,67 (+0,04)	3 (2)	0,59 (+0,17)	3 (2)	0,69	3	0,75	2	4				
	DVL_0230_2	5 019	0,55 (+0,04)	3	0,50 (+0,17)	3	0,52	3	0,70	2	4, 5, 8,1, 9, 10,1, 14,1				
	DVL_0230_3	7 566	0,7 (+0,04)	2	0,50 (+0,17)	3	0,63	3	0,86	1	4, 5	3	3	3	2
	DVL_0230_4	2 709	0,35 (+0,04)	4	0,35 (+0,17)	4 (3)	0,29	4	0,43	3	2, 4, 5, 6, 8,1, 9, 10,1, 11,1, 12, 14,1, 15				
Jihlava od hráze nádrže Mohelno po tok Oslava	DYJ_0950_1	12 357	0,73	2	0,59	3	0,52	3	0,95	1	3, 4, 5				
	DYJ_0950_2	6 877	0,35	4	0,41	3	0,31	4	0,46	3	2, 3, 4, 5, 8,1, 9, 10,1, 13, 14,1, 15, 16, 18,2	3	3	3	2
Trkmanka od pramene po Spálený potok	DYJ_1210_1	6 378	0,60	3	0,82	2	0,71	2	0,54	3	8,1, 9, 10,1, 13, 14,1, 18,2	3	2	2	3
	DYJ_1210_2	13 776	0,61	3	0,82	2	0,89	1	0,43	3	8,1, 10,1, 13, 14,1, 18,1, 18,2				
Ostravice od toku Morávka po tok Lučina	HOD_0600_1	3 729	0,33	4	0,50	3	0,33	4	0,31	4	3, 4, 5, 6, 8,1, 10,1, 12,1, 14,1, 15, 16, 18,1, 18,2, 19,1	4	3	4	3
	HOD_0600_2	16 605	0,39	4	0,50	3	0,33	4	0,42	3	3, 4, 5, 6, 8,1, 10,1, 12,1, 14,1, 15, 16				
Říčky od pramene po ústí do toku Lučina	HOD_0630_1	1 834	0,75	2	1,00	1	0,83	2	0,69	3	13				
	HOD_0630_2	2 921	0,94	1	1,00	1	0,92	1	1,00	1	-	2	1	2	2
	HOD_0630_3	1 571	0,85	1	1,00	1	0,78	2	0,82	2	3				
	HOD_0630_4	2 051	0,77	2	1,00	1	0,78	2	0,67	3	3				
Ropičanka od pramene po ústí do Olše	HOD_0780_1	1 112	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1					
	HOD_0780_2	5 011	0,47	3	0,68	3	0,41	3	0,43	3	3, 5, 6, 10,1, 11,1, 12,1, 14,1, 15, 16, 18,2				
	HOD_0780_3	2 322	0,47	3	0,76	2	0,28	4	0,48	3	3, 5, 6, 9, 10,1, 11,1, 12,1, 14,1, 15, 16	3	2	4	3
	HOD_0780_4	8 356	0,38	4	0,68	3	0,20	4	0,40	3	3, 5, 6, 8,1, 9, 10,1, 11,1, 12,1, 14,1, 15, 16				
Bělá od pramene po tok Dlouhá strouha	HSL_0540_1	4 432	0,95	1	0,82	2	1,00	1	1,00	1	-				
	HSL_0540_2	5 957	0,54	3	0,76	2	0,58	3	0,47	3	5, 10,1, 11,1, 12, 15, 16, 19,1				
	HSL_0540_3	5 444	0,83	2	0,82	2	0,63	3	0,91	1	-	2	2	3	2
	HSL_0540_4	3 546	0,78	2	0,68	3	0,81	2	0,82	2	-				
	HSL_0540_5	3 759	0,55	3	0,68	3	0,37	4	0,55	3	6, 9, 10,1, 12, 18,2				
Orlice od soutoku toků Tichá Orlice a Divoká Orlice po tok Dědina	HSL_0780_1	3 562	0,43	3	0,50	3	0,50	3	0,38	4	5, 6, 8,1, 10,1, 12, 13, 15, 18,2	2	3	2	2
	HSL_0780_2	14 122	0,78	2	0,65	3	0,78	2	0,82	2	-				

Název VÚ	ID VÚ a úseku	Délka [m]	HM skóre úsek	HM stav úsek	HYDR skóre úsek	HYDR stav úsek	KONT skóre úsek	KONT stav úsek	MORF skóre úsek	MORF stav úsek	Hlavní stresory	HM stav VÚ	HYDR stav VÚ	KONT stav VÚ	MORF stav VÚ
Mrlina od pramene po Hasinský potok	HSL_1490_1	3 986	0,64	3	0,59	3	0,63	3	0,74	2	2, 5, 11.3, 13				
	HSL_1490_2	9 561	0,43	3	0,68	3	0,30	4	0,55	3	4, 5, 8.1, 9, 10.1, 13, 14.1	3	3	4	3
	HSL_1490_3	14 961	0,41	3	0,59	3	0,28	4	0,55	3	2, 4, 5, 8.1, 9, 10.1, 13, 14.1				
Lužnice od toku Nežárka po Košínský potok	HVL_0950_1	22 397	0,43	3	0,35	4	0,50	3	0,51	3	2, 3, 5, 8.1, 9, 10.1, 13, 14.1, 16				
	HVL_0950_2	2 572	0,45	3	0,35	4	0,55	3	0,58	3	2, 3, 10.1, 13, 14.1	3	4	3	3
	HVL_0950_3	1 998	0,30	4	0,35	4	0,22	4	0,34	4	2, 3, 5, 9, 10.1, 13, 14.1, 15, 16, 18.1, 18.2				
	HVL_0950_4	8 512	0,41	3	0,35	4	0,48	3	0,55	3	2, 3, 5, 10.1, 13, 14.1, 18.2				
Hrejkovický potok od pramene po vzdutí nádrže Orlík I	HVL_1040_1	7 158	0,51	3	0,76	2	0,44	3	0,55	3	2, 3, 5, 8.1, 10.1, 13, 14.1, 15				
	HVL_1040_2	8 963	0,70	2	1,00	1	0,52	3	0,75	2	3, 4, 9	2	1	3	2
	HVL_1040_3	4 695	0,94	1	1,00	1	0,80	2	1,00	1	3				
Dřevnice od pramene po vzdutí nádrže Slušovice	MOV_1180_1	1 119	0,96	1	1,00	1	0,94	1	0,97	1					
	MOV_1180_2	1 209	0,97	1	1,00	1	0,93	1	0,99	1	11.1	3	1	3	3
	MOV_1180_3	1 735	0,79	2	0,94	1	0,80	2	0,68	3	11.1				
	MOV_1180_4	4 493	0,52	3	1,00	1	0,50	3	0,36	4	8.1, 9, 10.1, 12.1, 14.1, 15, 16				
Lipoltovský potok od pramene po ústí do toku Odava	OHL_0190_1	2 198	1,00	1	1,00	1	1,00	1	1,00	1					
	OHL_0190_2	3 269	0,67	3	1,00	1	0,66	3	0,59	3	5, 14.1, 19.1	2	2	2	2
	OHL_0190_3	1 2709	0,81	2	1,00	1	0,78	2	0,80	2	4, 8.1				
	OHL_0190_4	4 727	0,71	2	1,00	1	0,91	1	0,51	3	8.1, 10.1, 14.1				
Chodovský potok od pramene po ústí do Ohře	OHL_0340_1	8 078	0,92	1	1,00	1	0,74	2	0,99	1	5				
	OHL_0340_2	4 636	0,40	3	0,47	3	0,26	4	0,48	3	1, 8.1, 9, 10.1, 11.3, 12.1, 12.2, 14.1, 15, 16	3	3	3	2
	OHL_0340_3	2 179	0,31	4	0,41	3	0,39	4	0,26	4	1, 6, 8.1, 9, 10.1, 12.1, 12.2, 13, 14.1, 15, 16, 18.1, 18.2				
	OHL_0340_4	8 778	0,63	3	0,24	4	0,65	3	0,80	2	1, 5, 6				
Ohře od toku Chomutovka po ústí do Labe	OHL_0730_1	35 522	0,61	3	0,59	3	0,57	3	0,65	3	3, 4, 5, 10.1, 14.1, 18.2				
	OHL_0730_2	21 937	0,57	3	0,59	3	0,54	3	0,61	3	3, 4, 5, 8.1, 10.1	3	3	3	3
	OHL_0730_3	9 394	0,48	3	0,65	3	0,59	3	0,39	4	3, 5, 8.1, 10.1, 14.1, 15, 16				

(Název VÚ = název vodního útvaru, ID VÚ a úseku = identifikátor vodního útvaru a úseku, délka = délka úseku v metrech, HM skóre úsek = skóre hydromorfologického stavu úseku, HM třída úsek = třída hodnocení hydromorfologického stavu úseku, HM skóre VÚ = skóre hydromorfologického stavu vodního útvaru, HM třída VÚ = třída hodnocení hydromorfologického stavu vodního útvaru. Stejně jako v případě hydromorfologického stavu jsou zkratky použity i pro jednotlivé složky hodnocení hydromorfologického stavu, HYDR = hydrologický režim, KONT = kontinuita, MORFO = morfologické podmínky. Hlavní tlaky = indikátory, které se nejvíc podílejí na špatném hydromorfologickém stavu, číslování odpovídá *tab. 1*)

(Název VÚ = water body name, ID VÚ a úseku = identifier of the water body and section, délka = reach length in meters, HM skóre úsek = hydromorphological score of the reach, HM třída úsek = hydromorphological class of the reach, HM skóre VÚ = hydromorphological score of the water body. As with the hydromorphological status, abbreviations are used for the individual elements of the hydromorphological status assessment, HYDR = hydrological regime, KONT = continuity, MORFO = morphological conditions. Main pressures = indicators that contribute most to the poor hydromorphological status, with numbering corresponding to *Tab. 1*)



Obr. 2. Relativní četnost výskytu indikátorů (hlavních tlaků) přispívajících ke zhoršenému stavu hodnocených úseků

Fig. 2. Relative frequency of occurrence of indicators (main pressures) contributing to the impaired status of assessed reaches

Vypočítané skóre pro hydromorfologii a její složky se pohybuje v rozmezí od 0 do 1, přičemž hodnota 1 odpovídá přirozeným podmínkám a 0 označuje silně degradované podmínky. Prahové hodnoty pro jednotlivé třídy hodnocení jsou uvedeny v tab. 2. Výpočty provádí automaticky software na základě zadání hodnocení do formuláře ve webové aplikaci.

Pro účely reportování je nutné uvést výsledek hodnocení za celý vodní útvar. Ten lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$HMS_{VU} = \frac{\sum_{i=1}^n HMS_i \times l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

kde:

HMS_{VU} je hydromorfologický stav vodního útvaru
 HMS_i hydromorfologický stav i-tého úseku
 l_i délka i-tého úseku

Hodnocení vodních útvarů

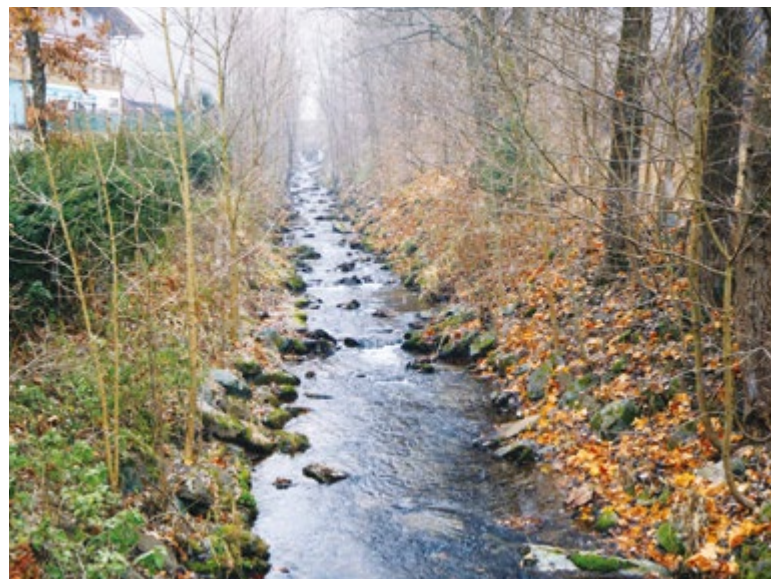
Metodika HYMOS byla aplikována na 15 vybraných vodních útvarech, jež jsou rovnoměrně zastoupeny ve všech hlavních povodích ČR – po třech vodních útvarech v každém povodí. Pro účely prokázání aplikovatelnosti metodiky byly vybrány vodní útvary, které pokrývají různé hydromorfologické typy vodních toků, tedy toky s rozdílnými sklony (vysoký/nízký), v sevřených i nesevřených údolích, malé i velké toky, s různou intenzitou přínosu hrubých sedimentů. Dalším kritériem pro výběr byl záměr zahrnout vodní útvary s různou intenzitou působení antropogenních tlaků. Přehled vybraných vodních útvarů, včetně jejich rozdělení na úseky, je uveden na obr. 1.

Indikátory 1 až 8 a 18 (uvedené v tab. 1) byly hodnoceny na celé délce úseku na základě distančních dat. Indikátor 9, týkající se periodicity a rozsahu zaplavování nivy, byl hodnocen na celé délce, pokud byla k dispozici příslušná distanční data (vrstva záplavového území při Q_2). Zbývající indikátory byly hodnoceny v rámci kratších podúseků (obr. 1). Podúseky byly definovány na základě analýzy využití krajiny v pásu kolem vodního toku, leteckých snímků, virtuální prohlídky (Street View) a přítomnosti překážek, přičemž cílem bylo co nejlépe postihnout míru působení antropogenních tlaků v daném úseku.



Úsek 1 – sevřené údolí s vysokým sklonem (nad 2 %), bez antropogenních tlaků (velmi dobrý stav)

Reach 1 – confined valley with a steep slope (over 2 %), no anthropogenic pressures (high status)



Úsek 2 – nesevřené údolí s vysokým sklonem (nad 2 %), upravená morfologie koryta a narušení podélné kontinuity (střední stav)

Reach 2 – unconfined valley with a steep slope (over 2 %), modified channel morphology and disruption of longitudinal continuity (moderate status)



Úsek 3 – sevřené údolí se sklonem nad 2 %, antropogenní tlaky spojené s lokálním narušením podélné kontinuity a omezením konektivity mezi svahy a korytem vlivem silniční komunikace (dobrý stav)

Reach 3 – confined valley with a slope over 2 %, anthropogenic pressures caused by local disruption of longitudinal continuity and limited connectivity between valley slopes and the channel due to road infrastructure (good status)



Úsek 4 – nesevřené údolí se sklonem 0,5–2 %, lokální úpravy příčného profilu (dobrý stav)

Reach 4 – unconfined valley with a slope of 0.5–2 %, local modifications of the cross-sectional profile (good status)



Úsek 5 – nesevřené údolí se sklonem 0,5–2 %, tok protéká obcí a jejím intravilánem (střední stav)

Reach 5 – unconfined valley with a slope of 0.5–2 %, flowing through a village and its built-up area (moderate status)



Úsek 5 – nesevřené údolí se sklonem 0,5–2 %, tok protéká obcí a jejím intravilánem (střední stav)

Reach 5 – unconfined valley with a slope of 0.5–2 %, flowing through a village and its built-up area (moderate status)

Obr. 3. Úseky vodního útvaru Bělá od pramene po tok Dlouhá strouha, ilustrující rozdílnost fyzicko-geografických podmínek a vliv antropogenních tlaků
 Fig. 3. Reaches of the Bělá water body from its source to the Dlouhá strouha stream, illustrating the variability of physico-geographical conditions and the influence of anthropogenic pressures

VÝSLEDKY A DISKUZE

Celkem bylo vyhodnoceno 15 vodních útvarů, které byly rozděleny do 50 úseků. Pro každý z těchto úseků bylo vypočítáno jak skóre pro jednotlivé složky hodnocení hydromorfologie (hydrologický režim, kontinuita, morfologické podmínky), tak i celkový hydromorfologický stav. Každý úsek byl rovněž zařazen do odpovídající třídy klasifikace. Souhrnné výsledky jsou přehledně uvedeny v *tab. 3*.

Téměř polovina hodnocených úseků byla dle míry ovlivnění hydromorfologických podmínek zařazena do klasifikačního stupně 3. Jedenáct úseků bylo v dobrém stavu, devět ve velmi dobrém a sedm bylo hodnoceno jako poškozené. Žádný úsek nebyl klasifikován jako zničený (třída klasifikace 5). Velmi dobrý stav byl typický pro části vodního toku na horních úsecích s výrazným sklonem, často v sevřených údolích. Tyto části však obvykle tvoří jen menší podíl z celkové délky vodního útvaru. Delší úseky ve velmi dobrém klasifikačním stupni se nacházejí pouze ve vodním útvaru Říčky od pramene po soutok s tokem Lučina. V dobrém nebo velmi dobrém stavu byly shledány rovněž úseky v sevřených údolích, kde je intenzita antropogenních úprav obvykle nižší (např. dolní část Hrejkovického potoka). Za ekologicky hodnotné lze označit také úseky vodních útvarů Lipoltovského potoka, meandrující části Orlice a Šlapanky.

Analýza hlavních antropogenních tlaků a odezvy vodních toků na jejich působení (*obr. 2*) ukázala, že nejčastějším důvodem zhoršeného výsledku hodnocení hydromorfologie byla úprava půdorysného tvaru koryta. Tento typ úpravy je často spojen s nízkou variabilitou příčného profilu a nedostatečným zastoupením odpovídajících tvarů dna koryta. Mezi další tlaky patří narušení podélné kontinuity toku, které omezuje transport sedimentů a migraci ryb. Ve více než jedné třetině případů se na sníženém hodnocení podílela také absence břehové eroze a hrubého říčního dřeva. Data z terénu ukazují, že navzdory úpravám příčného profilu nejsou břehy na dlouhých úsecích obvykle stabilizované. To představuje vhodný předpoklad pro samovolnou renaturaci během povodní, zejména u toků s vyšší energií (vodní toky s výraznějším sklonem, průtokem a užším poddimenzovaným korytem).

Pro účely reportingu dle Rámcové směrnice o vodách je nezbytné vypočítat hodnocení hydromorfologického stavu a jeho složek pro vodní útvary. Hodnocení vybraných vodních útvarů je uvedeno v *tab. 3*. Tento přístup však naráží na určité limity. Vodní útvary obvykle zahrnují různé hydromorfologické typy a jsou vystaveny odlišným antropogenním tlakům, které se liší intenzitou svého působení; z tohoto pohledu nejsou homogenní. Vypočítaná hodnota klasifikačního stupně je váženým průměrem hodnocení za jednotlivé úseky vodního útvaru. Analýza hodnocení vybraných vodních útvarů ukazuje, že výpočet pro útvar může být dostačující pouze u velkých vodních toků, kde se antropogenní ovlivnění projevuje na dlouhých vzdálenostech.

Příkladem jsou útvary Ohře od toku Chomutovka po ústí do Labe, Lužnice od toku Nežárka po Košínský potok a Ostravice od toku Morávka po tok Lučina. V případě menších a středně velkých toků je hodnocení pro vodní útvar obvykle příliš agregované. Dobrým příkladem je útvar Bělá od pramene po tok Dlouhá strouha, kde se střídají úseky v sevřeném a nesevřeném údolí a každý z těchto úseků vykazuje jinou míru antropogenního ovlivnění (*obr. 3*). Ačkoli je pro účely reportování nutné vypočítat hodnoty za vodní útvar, detailnější informace za jednotlivé úseky představují rovněž důležitý podklad, který může podpořit přesnější identifikaci kritických úseků a efektivnější návrh opatření ze strany orgánů odpovědných za ochranu životního prostředí a také správců vodních toků.

ZÁVĚR

V tomto příspěvku jsme představili novou metodiku pro hodnocení hydromorfologického stavu tekoucích vodních útvarů. Ve srovnání s předchozími metodikami lze za hlavní výhody považovat:

1. Práci s distančními daty
10 z 19 indikátorů je možné hodnotit na základě distančních dat, přičemž vybrané indikátory byly již vyhodnoceny v rámci projektu.

2. Snížení časové náročnosti
Nastavení metodiky, softwaru a aplikace umožňují rychlý a efektivní sběr dat v terénu a okamžité vyhodnocení hydromorfologického stavu bez nutnosti přepisu dat z terénu a dalších výpočtů. Metodika HYMOS je až dvakrát rychlejší než HEM; při testování v průběhu řešení projektu potřeboval její uživatel pouze polovinu času oproti uživateli metodiky HEM.
3. Snížení subjektivnosti hodnocení
Hodnocení indikátorů v kategoriích a způsob nastavení hodnocení zvyšuje pravděpodobnost, že dva různí hodnotitelé budou stejný indikátor hodnotit shodně.
4. Zajištění souladu mezi vypočteným hodnocením hydromorfologie a podmínkami pozorovanými v terénu
Nastavení hodnocení dává hodnotiteli větší volnost při hodnocení, čímž se předchází situacím, kdy byl v minulosti vodní tok hodnocen dle typu, který neodpovídá jeho skutečnému charakteru.
5. Analýzu hlavních antropogenních tlaků a odezvy vodních toků na jejich působení
Software po výpočtu uvádí, které indikátory nejvíce přispěly ke špatnému hydromorfologickému stavu, což umožňuje přesnou identifikaci hlavních antropogenních tlaků působících v hodnoceném úseku.

Metodika HYMOS splňuje aktuální požadavky Rámcové směrnice o vodách i normy ČSN EN 14614 pro hodnocení hydromorfologických složek vodních útvarů. Zároveň umožňuje hodnotit i vodní toky, jež nejsou definovány jako vodní útvary. Vodní toky jsou v metodice vnímány jako dynamicky se měnící systémy, což posouvá důraz k hodnocení procesů, jako jsou transport sedimentů, břehová eroze či vývoj koryta. Metodika rovněž zohledňuje antropogenní změny nad hodnoceným úsekem, jež mohou ovlivnit procesy a tvary v daném úseku. Ačkoli je metodika navržena pro komplexní hodnocení těchto procesů, její nastavení není určeno ke sledování velmi malých změn, které se obtížně postihují kategorizovaným hodnocením. Oproti předchozím metodikám přináší metodika HYMOS výrazné změny v přístupu k hodnocení hydromorfologického stavu. Přesto však zůstává řada zaznamenávaných parametrů, např. příčné překážky v korytě či stabilizace břehů a dna, stejná nebo se liší jen minimálně. Díky tomu lze data získaná pomocí starších metodik využít i pro hodnocení podle metodiky HYMOS, zejména pokud zůstává zachováno původní vymezení hodnocených úseků. V případě změny jejich vymezení nelze vyloučit nutnost přehodnotit procentuální hodnoty vztahující se k délce úseku, aby odpovídaly novému vymezení.

Metodika HYMOS umožňuje hodnocení hydromorfologie na úrovni jednotlivých homogenních úseků, což poskytuje cenné informace pro podrobné analýzy a plánování opatření. Na základě těchto dílčích hodnocení lze následně vypočítat agregovanou hodnotu hydromorfologického stavu za celý vodní útvar, která je požadována pro účely reportingu v souladu s Rámcovou směrnicí o vodách. Tato kombinace detailního a agregovaného přístupu činí metodiku HYMOS flexibilním nástrojem, jenž je využitelný nejen pro strategické plánování na úrovni vodních útvarů, ale také pro hodnocení lokálních úseků v návaznosti na prováděná či plánovaná opatření.

Vzhledem k časovému rámci řešení nebylo možné metodiku HYMOS využít pro hodnocení hydromorfologie vodních toků ve III. plánovacím cyklu. Předpokládá se však její uplatnění v dalších plánovacích cyklech, s nimiž se počítá přinejmenším na národní úrovni. Význam hydromorfologie vodních toků navíc zdůrazňuje loni schválené Nařízení o obnově přírody (Regulation (EU) 2024/1991), jež klade důraz na obnovu volně tekoucích řek. Metodika HYMOS [9] byla vytvořena s ohledem na tyto požadavky a poskytuje široké analytické a metodické podklady pro jejich naplnění.

Poděkování

Vznik metodiky a příprava tohoto článku byly podpořeny projektem Technologické agentury ČR č. SS05010135 „Vývoj metodiky pro monitoring a hodnocení hydromorfologických charakteristik vodních toků“.

Literatura

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>
- [2] ČSN EN 14614. Kvalita vod – Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik řek. Brusel: Evropský výbor pro normalizaci, 2021.
- [3] ČSN EN 15843. Jakost vod – Návod pro určení stupně modifikace hydromorfologie řek. Brusel: Evropský výbor pro normalizaci, 2010.
- [4] LANGHAMMER, J. HEM 2014 – Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Praha: Univerzita Karlova, Katedra fyzické geografie a geoekologie, 2014. 47 s. Certifikovaná metodika MŽP. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- [5] LANGHAMMER, J. HEM 2014 – Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Praha: Univerzita Karlova, Katedra fyzické geografie a geoekologie, 2014. 59 s. Certifikovaná metodika MŽP. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- [6] REFORM. REstoring Rivers FOR Effective Catchment Management. Funding from the European Union's Seventh Programme for Research. Technological Development and Demonstration under Grant Agreement no. 282656. Dostupné z: <https://reformrivers.eu>
- [7] RINALDI, M., BELLETI, B., BERGA CANO, M. I., BIZZI, S., BLAMAUER, B., BRABEC, K., BRACA, G., BUSSETTINI, M., COMITI, F., DEMARCHI, L., GARCÍA DE JALÓN, D., GIEŁCZEWSKI, M., GOLFIERI, B., GONZÁLES DEL TÁNAGO, M., GRABOWSKI, R., GURNELL, A. M., HABERSACK, H., HELLSTEN, S., KAUFMAN, S., KLÖSCH, M., LASTORIA, B., MAGDALENO MAS, F., MAO, L., MARCHESE, E., MARCINKOWSKI, P., MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, V., MOSSELMAN, E., MUHAR, S., NARDI, L., OKRUSZKO, T., PAILLEX, A., PERCOPO, C., POPPE, M., RÁPYSJÄRVI, J., SCHIRMER, M., STELMASZCZYK, M., SURIAN, N., TORO VELASCO, M., VAN DE BUND, W., VEZZA, P., WEISSTEINER, C. *Guidebook for the Evaluation of Stream Morphological Conditions by the Morphological Quality Index (MQI)*. 2015, 163 s. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Massimo-Rinaldi-2/publication/322012176_Guidebook_for_the_evaluation_of_stream_morphological_conditions_by_the_Morphological_Quality_Index_MQI/links/5a3e1a5eaca272d294446b90/Guidebook-for-the-evaluation-of-stream-morphological-conditions-by-the-Morphological-Quality-Index-MQI.pdf
- [8] KOŽENÝ, P., VYSKOČ, P., MAKOVCOVÁ, M., UHLÍŘOVÁ, K., BALVÍN, P., PRCHALOVÁ, H. *Pracovní postup určení významných vlivů na morfologii a hydrologický režim*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2019. 98 s. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/docpublikace/Pracovni%20postup_hydro_morfologie_fin_v3.pdf
- [9] BABEJ, J., JAKUBÍNSKÝ, J., NĚMEJCOVÁ, D., PECHANEC, V., KOŽENÝ, P., VYVLEČKA, P., VÝRAVSKÝ, D., POLÁŠEK, M., KRÁSNÁ, K., STRAKA, M., CUDLÍN, O., PURKYT, J., PROCHÁZKOVÁ, V., DONOVAL, J., ŠTĚRBOVÁ, L., VČELÁKOVÁ, R. *Metodika hodnocení ekologického stavu útvárů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí hydromorfologických složek*. Brno, Praha, Olomouc: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Univerzita Palackého v Olomouci, 2024. 200 s. Dostupné z: <https://hymos.czechglobe.cz/vystupy.php>
- [10] PECHANEC, V., VYVLEČKA, P., POHANKOVÁ, T., BABEJ, J., JAKUBÍNSKÝ, J., NĚMEJCOVÁ, D. *HYMOS – databáze hydromorfologických parametrů*. Olomouc, Brno, Praha: Univerzita Palackého v Olomouci, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2024. Dostupné z: <https://hymos.czechglobe.cz/db.php>
- [11] PECHANEC, V., VYVLEČKA, P., BABEJ, J., JAKUBÍNSKÝ, J., NĚMEJCOVÁ, D. *Software pro automatizaci hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků – HYMOS*. Olomouc, Brno, Praha: Univerzita Palackého v Olomouci, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2024. Dostupné z: <https://hymos.czechglobe.cz/sw.php>
- [12] IMPRESS – Working Group 2.1. *Guidance Document No 3, Analysis of Pressures and Impacts*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 148 s. Dostupné z: [https://circabc.europa.eu/sd/a/7e01a7e0-9ccb-4f3d-8cec-aeef1335c2f7/Guidance%20No%203%20-%20pressures%20and%20impacts%20-%20IMPRESS%20\(WG%202.1\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/7e01a7e0-9ccb-4f3d-8cec-aeef1335c2f7/Guidance%20No%203%20-%20pressures%20and%20impacts%20-%20IMPRESS%20(WG%202.1).pdf)
- [13] REFCOND – Working Group 2.3. *Guidance Document No 10, Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 87 s. Dostupné z: [https://circabc.europa.eu/sd/a/dce34c8d-6e3d-469a-a6f3-b733b829b691/Guidance%20No%2010%20-%20references%20conditions%20inland%20waters%20-%20REFCOND%20\(WG%202.3\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/dce34c8d-6e3d-469a-a6f3-b733b829b691/Guidance%20No%2010%20-%20references%20conditions%20inland%20waters%20-%20REFCOND%20(WG%202.3).pdf)

Autoři

Mgr. Ján Babej, Ph.D.¹

✉ babej.j@czechglobe.cz
ORCID: 0009-0002-2240-6776

RNDr. Jiří Jakubínský, Ph.D.¹

✉ jakubinsky.j@czechglobe.cz
ORCID: 0000-0002-7461-2611

Prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.²

✉ vilem.pechanec@upol.cz
ORCID: 0000-0001-6728-6646

Mgr. Pavel Kožený³

✉ pavel.kozeny@vuv.cz
ORCID: 0000-0002-6091-4205

RNDr. Denisa Němejcová³

✉ denisa.nemejcova@vuv.cz
ORCID: 0000-0001-9255-442X

Mgr. Pavel Vyvlečka²

✉ pavel.vyvlecka@upol.cz
ORCID: 0000-0001-9622-3388

¹Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Brno (Česká republika)

²Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci (Česká republika)

³Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha (Česká republika)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2025.01.003

ISSN 0322-8916/© 2025 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

ASSESSMENT OF THE HYDROMORPHOLOGICAL STATUS OF RIVER WATER BODIES IN THE CZECH REPUBLIC USING HYMOS METHODOLOGY

**BABEJ, J.¹; JAKUBÍNSKÝ, J.¹; PECHANEC, V.²; KOŽENÝ, P.³;
NĚMEJCOVÁ, D.³; VYVLEČKA, P.²**

¹Global Change Research Institute of the Czech Academy of Sciences,
Brno (Czech Republic)

²Department of Geoinformatics, Faculty of Science, Palacký University
Olomouc (Czech Republic)

³T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague (Czech Republic)

Keywords: hydromorphological assessment – HYMOS methodology –
Water Framework Directive – water body

Assessment of the hydromorphological status and its elements (hydrological regime, continuity, morphological conditions) is part of the monitoring of the ecological status of water bodies. Hydromorphology, as a supporting element of ecological status, has a significant influence on the quality of the biological elements of aquatic ecosystems. Although the Ministry of the Environment of the Czech Republic previously officially approved a methodology for monitoring and assessing the hydromorphological status of waterbodies (HEM methodology), it was used only to a limited extent. In the case of the third river basin management plans, hydromorphology was assessed exclusively based on remote sensing data according to the Procedure for Determining Significant Impacts on Morphology and Hydrological Regime. Based on the Ministry's request, a new methodology for assessing the hydromorphological status of water bodies category rivers (HYMOS) was developed within the TA ČR project. This methodology takes into account new requirements and current knowledge in the field of hydromorphology, while also minimizing the drawbacks of previous methodologies, particularly regarding time and cost efficiency in the assessment process. The final version of the methodology was tested on 15 water bodies divided into 50 reaches. A score was calculated for each of these reaches to assess the hydrological regime, continuity, morphological conditions, and overall hydromorphological status. Subsequently, a score for the entire water body, including classification into a status category, was determined. The assessment results indicated that for large watercourses, where anthropogenic influences are reflected over long reaches, the aggregated value for the entire water body often provides sufficiently meaningful information. In contrast, for water bodies including small and medium-sized watercourses, which are heterogeneous in terms of hydromorphological types and anthropogenic pressures, assessments at the water body level are overly aggregated and fail to identify critical segments. While reporting the status of water bodies requires presenting data for the entire water body, designing measures to improve hydromorphological status benefits from working with detailed reach-level data. Therefore, the HYMOS methodology combines detailed and aggregated approaches, making it a flexible tool suitable for both strategic planning at the water body level and for assessing local reaches in relation to implemented or planned measures.





Autoři VTEI

Mgr. Ján Babej, Ph.D.

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i. (Česká republika)

✉ babej.j@czechglobe.cz

www.czechglobe.cz



Mgr. Ján Babej, Ph.D., působí v Ústavu výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., kde od roku 2022 pracuje jako postdoktorand. Vystudoval obor Fyzická geografie na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, kde v roce 2012 získal magisterský titul. Doktorské studium ve stejném oboru dokončil na téže fakultě v roce 2019. Zabývá se výzkumem vlivu lidských aktivit na říční ekosystémy, monitoringem a hodnocením hydromorfologického stavu vodních toků a hodnocením ekosystémových služeb. Jako člen řešitelského týmu se podílí či podílel na řešení několika výzkumných projektů.

Mgr. Ondřej Ledvinka, Ph.D.

Český hydrometeorologický ústav, Praha (Česká republika)

✉ ondrej.ledvinka@chmi.cz

www.chmi.cz

Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta,
Praha (Česká republika)

✉ ledvinka@natur.cuni.cz

www.natur.cuni.cz



Mgr. Ondřej Ledvinka, Ph.D., je zaměstnancem Oddělení hydrofondu a bilancí ČHMÚ od roku 2008. V roce 2016 úspěšně ukončil doktorský studijní program Aplikovaná matematika na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Zabývá se statistickým zpracováním hydrologického a klimatologického materiálu, převážně uspořádaného do formy časových řad. Syntetizuje potenciál technik datové vědy a geografických informačních systémů v programovacím jazyce R. Výzkum zaměřuje na rozmanité aspekty modelování hydrologického cyklu a jeho komponent, a to především na prostorovou redistribuci zásob vody v podmínkách měnícího se klimatu. V roce 2023 se vrátil na svou alma mater jako odborný asistent, kde vychovává budoucí geografy, hydrology a hydrogeology. Na mezinárodním poli působí jako významný článek spojující českou a světovou vědeckou hydrologii.

Ing. Pavel Richter, Ph.D.

VÚV TGM, v. v. i., Praha (Česká republika)

✉ pavel.richter@vuv.cz

www.vuv.cz



Ing. Pavel Richter, Ph.D., je zaměstnancem Odboru ochrany vod a informatiky ve VÚV TGM, v. v. i., od roku 2007. V roce 2008 dokončil v magisterském studijním programu Krajinná inženýrství studijní obor Regionální environmentální správa na Fakultě životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze. V roce 2015 pak tamtéž úspěšně ukončil v doktorském studijním programu Environmentální vědy studijní obor Aplikovaná a krajinná ekologie. Na České zemědělské univerzitě v Praze se v současnosti podílí na výuce předmětů Krajinná ekologie a Základy krajinné ekologie a působí jako vedoucí bakalářských a diplomových prací. Zaměřuje se na problematiku zadržování vody v krajině a na vývoj krajiny na základě interpretace archivních mapových podkladů, zejména na krajinné změny v oblasti mokřadů, vodních ploch a vodních toků včetně jejich niv. V rámci provozu Hydroekologického informačního systému se zabývá především evidencemi ISVS-VODA a evidencemi správního členění, chráněných území, vodních toků, vodních ploch a hydrologických povodí.

doc. RNDr. Jan Unucka, Ph.D.

Český hydrometeorologický ústav, Ostrava (Česká republika)

✉ jan.unucka@chmi.cz

www.chmi.cz



Doc. RNDr. Jan Unucka, Ph.D., v současnosti pracuje na ostravské pobočce ČHMÚ jako vedoucí Oddělení hydrologie a pracovník vědy a výzkumu. Studoval obory Fyzická geografie a geoekologie a Environmentální geografie na PFF OU v magisterském a následně doktorském studijním programu. Poté se habilitoval na VŠB-TU Ostrava v oboru Geoinformatika. Profesionálně se zaměřuje zejména na problematiku lesnické hydrologie, využití GIS v hydrologii a hydroinformatiku. Podílel se a podílí na řešení výzkumných projektů a také provozu experimentálních povodí v Beskydech, Jeseníkách a Orlických horách ve spolupráci s VÚLHM, v. v. i. Mezi jeho hlavní koníčky patří příroda a její fotografování, hudba a pastervecká plemena psů.

Rozhovor s prof. RNDr. Bohumírem Janským, CSc., z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Na následujících stránkách budeme cestovat, sportovat a také srovnávat. Bylo mi potěšením pozvat k rozhovoru mého učitele, nyní kolegu od vody a osobnost, již si nejen na poli hydrologie, vodního hospodářství a fyzické geografie velmi vážím. Na roky minulé zavzpomínáme a o současnosti i blízké budoucnosti se pobavíme s objevitelem pramenů Amazonky a významným českým geografem, prof. RNDr. Bohumírem Janským, CSc., z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Pane profesore, jelikož se poměrně dobře známe, zeptám se vás hned zotra, a otázku budu směřovat východním směrem. Dnes se Rusko skloňuje v mnoha negativních ohledech, vy jste tam za socialismu často cestoval, účastnil se exkurzí i jste tam přednášel. Jak na léta strávená na Bajkale vzpomínáte?

Poprvé jsem navštívil Bajkal v roce 1978, tehdy jako mladý asistent na katedře fyzické geografie v rámci studentské výměny s Lomonosovovou univerzitou pod vedením profesora Krále. Během této exkurze jsme nalétali neskutečných 16 000 km, to si dnes, v době časových i ekonomických omezení, vůbec nedokážu představit. Mimo jiné jsme v letním kempu Lomonosovovy univerzity na Krymu se studenty porazili v přátelském fotbalovém zápase kromě jiných dokonce i jejich prvoligový Lokomotiv Moskva, který tam měl soustředění, díky tomu nás hned znalo celé okolí Bachčisaraje. Celkem jsem se zúčastnil patnácti takových exkurzí po celém Sovětském svazu včetně polárního Uralu, pobřeží Severního ledového oceánu s poloostrovem Kola a Tajmyr, s ruskými studenty jsem později navštívil i Kamčatku. To byla nádherná léta; pro geografa jsou exkurze to vůbec nejpodstatnější a nejceněnější, kdy zkrátka vidí všechno v souvislostech.

V roce 1981 jsem měl v rámci stipendijního pobytu přednášku z hydrologie na Irkutské univerzitě. S ruskými diplomaty jsem se díky tomuto pobytu znovu podíval na Bajkal, konkrétně na ostrov Olchon, a to už na celé tři měsíce. Pracoval jsem tam ve světoznámém limnologickém institutu akademie věd v Listvjance u výtoku řeky Angary a odborně se zabýval hydrologickou bilancí Bajkalu. V rámci tehdejší sladkovodní zkoušky batyskařů, které tam byly přivezeny na testování z Tichomoří, jsem se podíval do hloubky 1 200 m a mohl ochutnat i odebrané vzorky vody z této hlubiny. Byla pochopitelně výtečná, dokonce z ní vyráběli i tamní vodku Bajkal, kterou jsem pak jako dárek obdržel poštou a mám ji doma do dnešních dnů. Celou tuto zkušenost jsem následně s nadšením prezentoval během pro mě profesně veledůležitých stáží ve Švýcarsku na ETH Zürich, abych tam pak hned po revoluci vedl několik exkurzí se švýcarskými studenty. A dnes má na Bajkale ETH Zürich svoji hydrochemickou laboratoř. Mohu říci, že jsem tak stál u počátků jejího vzniku.

S Bajkalem mám však spojenou ještě jednu úsměvnou historku. Po revoluci mě díky těmto zkušenostem oslovila skupina českých surfařů s tím, zda bych jim pomohl naplánovat ideální trasu na jeho přeplutí. Podélnou cestu, cca 630 km, jsem jim rozmluvil, ale příčná trasa, 120 km na sever od ostrova Olchon, se jevila jako reálná. Když jsme tam posléze připlouvali, kapitán notně posilněný alkoholem nevěděl, kde přesně zakotvit, a tak jsme břeh hledali pomocí světlometů. Ráno jsme se probudili na lodi zaseklé na písčité kose za absolutně bezvětrného počasí a čekali několik dní na vítr. Nakonec jsem přišel s tím, abychom využili brízového proudění, kdy v noci a dopoledne vane vítr z pevniny na moře. Vyrázili jsme tedy ze Sarmy se šesti surfaři už ve dvě v noci, kdy se nám v hluboké tmě na surfu mimochodem dočasně ztratil i surfařský

mistr Sovětského svazu. U severního mysu ostrova Olchon však kolem desáté bríza utichla. Naštěstí se asi po hodině rozfoukala *sarma* – místní padavý vítr z hor – foukla nám do zad a surfaři překonali zbytek trasy do Ust-Barguzinu, což je cca 60 km, snad za hodinu a půl. To už se o nás všude vědělo a na břehu nás čekala uvítací delegace s celostátní televizí, kde jsem zpíval s národní umělkyní Sovětského svazu známou píseň „Slavnoje more, svjaščeni Bajkal“, kterou u nás následně nazpíval i Karel Gott (*směje se*).

Vaší celoživotní láskou je však Latinská Amerika, o jejíž fyzické geografii dlouhá léta na fakultě přednášíte. Čím vás uhranula? Spíše z pohledu hydrologie a vodního hospodářství, nebo lidí?

Všechno to začalo asi v osmi letech, kdy mně můj děda, monarchista, statkář a vzdělaný muž, přinesl rodokaps *Gaučové – pastýři polodivokých stád v pampě*, který mě úplně okouzli. Otevřel jsem si k tomu Kuchařův Atlas světa, spatřil tu modrou barvu na mapě (*řeky a jezera, pozn. autora*) a ten zájem o Jižní Ameriku a geografii mě už neopustil. Vždycky mě fascinovala voda, už na základní škole jsem s kamarády třeba měřili průtoky v potocích, chytali pstruhy do ruky nebo jsme po zamrzlé řece Střeje jezdili dvanáct kilometrů do školy do Plas. Zeměpis mě natolik bavil, že jsem ho dokonce občas učil na gymnáziu i své spolužáky z nižšího ročníku, samozřejmě jako záskok po dohodě s profesorem. Když už jsem přednášel na univerzitě Latinskou Ameriku, považoval jsem pro lepší pochopení věci za nutné naučit se španělsky. Tak jsem navštěvoval tzv. Intex na zámku v Poděbradech, který byl určen pro naše zahraniční experty. Mimochodem můj učitel španělštiny, doktor Jaroslav Nigrin, dělal tlumočnicka u osobního rozhovoru prezidenta Husáka s Fidelem Castrem, ale to jsem trochu odbočil. Koncem osmdesátých let mi zavolalo zahraniční oddělení univerzity, zda nechci letět do Peru, že prý mají koupenu letenku a ten dotyčný onemocněl... Bez váhání jsem nadšeně souhlasil. A tak jsem tam 10. října 1989 – původně na plánovaných šest týdnů – odletěl. Z Peru jsem pak sledoval, co se děje přes oceán v naší zemi; 18. listopadu jsem viděl na titulní straně novin budovu fakulty s oknem do mé kanceláře a vedle fotku Václava Havla se Sašou Vondrou, jehož jsem léta na fakultě učil, a dokonce u mě začínal s diplomovou prací, než přisedlal na geomorfologii. Nicméně jsem nakonec zůstal v Peru téměř rok – přijal jsem hostování na univerzitách v Limě, Cuscu a Arequipě a do vlasti se vrátil až v červnu 1990.

Dnes na fakultě přednáším již desítky let – kromě hydrologie a oceánografie i geografii Latinské Ameriky, a to včetně semináře, kam zveme diplomaty, obchodníky, umělce a další světoběžníky. Působím i jako předseda České iberoamerické společnosti, což mě velmi naplňuje. Mapujeme společenský a kulturní život, zkrátka vše, co se v Česku na téma Latinské Ameriky děje. Jsme v kontaktu se sedmi bilingvními gymnázii, se kterými pořádáme soutěž o Latinské Americe s vyhlášením vítězů v historickém Náprstkově muzeu. A to je krásné.

V rámci pořádání výstav i přednášek jste navštívil mnoho prestižních i regionálních univerzit světa. Jaký mají k hydrologii přístup jejich posluchači? A vzpomínáte si na něco, co vás překvapilo?

K našim posluchačům vždy na první přednášce z hydrologie promlouvám, že už nejsou na gymnáziu, tudíž s námi musejí diskutovat nebo získané informace prostřednictvím svých argumentů, hlavně tedy na seminářích k tomu určených, kriticky



Obr. 1. Zahájení putovní výstavy po jihoamerických univerzitách k 25 letům od objevení pramenů Amazonky českými vědci

rozporovat. Nicméně stále je to neporovnatelné se západním světem, a může to být i malá regionální univerzita v Peru. Nejvřelejší přijetí jsem asi zažil na univerzitě San Antonio Abad v Cusco, kde mě studenti vozili na četné exkurze po okolí, třeba na řeku Madre de Dios do Amazonie; běžně mě zvali i na návštěvu svých rodin a tamní profesor geografie mi dokonce nabídl bydlení zdarma u sebe v bytě přímo na Plaza de Armas naproti známé katedrále. Já se zase vynasnažil začlenit se do tamního chodu univerzitního života tak, že jsem se pro bohoslužbu, která se konala vždy hodinu před výukou, naučil ve španělštině Otčenáš, což tamní děkan ocenil a řekl mi, že to ještě nikdo z pozvaných zahraničních hostů neudělal.

Také mi přijde, že studenti na menších univerzitách jsou za nabyté informace vděčnější, po přednáškách se tam úplně běžně vyučujícím tleská, případně klepe do lavice, jako třeba na univerzitách v Seville či v Heidelbergu. To platilo mimochodem i o Irkutské univerzitě. Tam to ještě tehdy korunovaly oslavy 1. máje, kdy studenti doslova fasovali podpůrné prostředky, aby oslavy vydrželi, v podobě lahve vodky na tři osoby, kterou, představte si, platila fakulta (!). Ale teď vážně, u nás je celkový přístup studentů ke vzdělání, a to platí třeba i v tom zapojení se do diskuze při výuce, o dost vlažnější a máme zde oproti světu poměrně velké rezervy.

Stále patříte mezi nejvytíženější pedagogy na Přírodovědecké fakultě UK. Jak se v tomto ohledu posunuly možnosti výuky od přelomu tisíciletí, kdy jsem u vás fyzickou geografii studoval sám? A obecně: zájem o vodní vědy v porovnání s tou dobou postupem času z vašeho pohledu spíše roste, nebo uvadá?

Dnes máme kromě standardních přednášek z hydrografie, hydrologie a oceánografie další specializované předměty jako třeba management a ochranu vod, hydrologické extrémny nebo pro anglofonní studenty přednášku Flood Risk Management. Díky mému dlouholetému úsilí, a na to jsem skutečně hrdý, se podařilo založit a akreditovat zcela nový studijní program, který průřezově zastřešují pedagogové z řad hydrologů, geologů, ekologů, biologů a chemiků, zabývající se vodou. V bakalářském stupni jde o obor Povrchová a podzemní voda, v magisterském pak Hydrologie a Hydrogeologie. Studenti tak získají komplexní přehled o podstatě, využití, kvalitě a ochraně vod, a to jak povrchových, tak podzemních. Toto jiná univerzita v Česku nenabízí a dovolím si říci, že to přilákalo i řadu nových studentů. Chtěli bychom tím lépe konkurovat technickým oborům zaměřeným na vodu, případně oborům zemědělským.

Snažíme se proto pracovat i s nejmodernějšími technologiemi a přístroji, k mapování používáme soubor několika dronů různých velikostí nebo totální geodetické stanice, flowtreckery a ADCP plovák na měření průtoků řek, pokročilé GIS technologie. Na Šumavě máme řadu stanic měřících přes dvacet let, meteorologické stanice máme u pramenů Amazonky i v Kyrgyzstánu. Ta jihoamerická je ve výšce 5 300 m nad mořem, tedy výše, než je americká stanice na Denali (Mt. McKinley). Naměřená data posílá každou hodinu přes družici. Pořádáme mezinárodní výukové terénní kurzy z fyzické geografie ve spolupráci s univerzitami v Heidelbergu a Miláně. Máme také připraveno magisterské studium, které budou studenti absolvovat na třech univerzitách (Heidelberg, Milán, Praha), přičemž obdrží tři diplomy. Čekáme také na silnější demografické ročníky, abychom si mohli dovolit větší výběr ze studentů u přijímacích zkoušek. Pokud u nich uspěje například každý čtvrtý, máme větší záruku, že u toho oboru studenti budou chtít zůstat a geografie je jejich prioritou. Když vezmeme téměř každého, po prvním ročníku jich spousta z různých důvodů skončí. Konkuruje nám i regionální univerzity tím, že život v Praze je pro studenty drahý a titul získají i kdekoli jinde než v Praze. Přál bych si, aby se někdy v budoucnu, tak jak je to běžné v západních zemích, ptal budoucí zaměstnavatel, nejen jestli, ale jakou univerzitu žadatel vystudoval.

Jsem přesvědčen, že regionální univerzity, a platí to obecně, nemohou poskytnout stejnou odbornou úroveň vzdělání pro ty, kteří skutečně chtějí ve svém oboru či vědecké disciplíně uspět. Toto říkám se vsí vážností jako člen Národního akreditačního úřadu. V současnosti máme přes čtyřicet malých, regionálních soukromých univerzit, což je na počet obyvatel zřejmě rekord. Je to sice dobrý byznys, ale kvalita výuky je na nich kolísavá, a to včetně nároků na zpracování diplomových prací, a studenti se často nedostanou k nejnovejším poznatkům ve výzkumu. Jinak já osobně jsem měl štěstí, že jsem se vždy obklopoval lidmi se zájmem o vědu a daný obor, což nemusejí být nutně jedničkáři, ale věcně, logicky a geograficky uvažující posluchači. Jsou to lidé, kteří s radostí

a chutí pracují v terénu, kde získávají cenná data, aby mohli bádát a následně publikovat. Z mnoha se pak stali i moji kolegové.

S týmem hydrologů, k nimž jsem se kdysi jako doktorand řadil i já, se dlouhodobě věnujete výzkumu jezer, kvalitě říční vody a rašeliníštím. Co si lze odnést z těch let nepřetržitého výzkumu jako nejdůležitější poznatek o jejich fungování a významu pro českou přírodu?

Myslím si, a můžeme se bavit o půdách, jezerech, rašeliníštích i vodních tocích, že to, co tady máme, tedy vodu v krajině, musíme nejen chránit, ale i její zásoby do budoucna rozmnožovat. Třeba na toku Liboc je 1,5 až 1,6krát větší výpar než srážky, pravostranné přítoky Ohře v létě pravidelně vysychají a oblast Rakovnícka, Žatecka a Podbořanska je bilančně hluboce pasivní. Řešením ale nemusí být nutně jen výstavba nových přehrad podle Generelu LAPV, byť nám v těchto pasivních oblastech do budoucna asi nic jiného nezbude. V rámci projektu Technologické agentury ČR se s kolegy zabýváme obnovou historických malých vodních nádrží v pramenitých oblastech řek, případně možnou obnovou rybníků. Nicméně cítím tam velký odpor ze strany ochránců přírody, byť tam ty nádrže dobře fungovaly více než sto let až do šedesátých let minulého století, kdy plnily jak retenční, tak akumulaciční funkci. Obojí je důležité, jedno pomáhá řešit nepříznivé následky povodní, druhé pak sucha.

U větších přehrad je to těžké rozhodování na základě hodnocení pro a proti. Tam, kde z dlouhodobého hlediska převažují pozitiva nad negativy, mají politici, kterým to určitě nezavidím, jednodušší rozhodování než v místech, kde přehrady dlouhodobě nechťejí. Z celorepublikového pohledu tak, jak bude klimatická změna progredovat, bude zřejmě potřeba postavit nové nádrže, hlavně pak ty vodárenské. Nesmíme však zapomínat i na revitalizaci říčních ekosystémů, budování mokřadů a tůň, snižování rychlosti odtoku vody z krajiny prostřednictvím menšího hutnění půd, zlepšováním jejich struktury a stavbou protierozních opatření v krajině. To všechno už dávno víme, ale je složitější tyto poznatky v realitě naplnit.

Co se kvality vody řek týká, po revoluci, hlavně vlivem masivní výstavby komunálních a průmyslových čistíren odpadních vod za evropské, a mnohdy přímo za německé peníze, protože dvě třetiny našeho území jsou odvodňovány do Německa, a také kvůli poklesu aplikace hnojiv, došlo k výraznému zlepšení kvality vody v našich tocích ze třídy jakosti IV–V na třídu II–III. Tam byl obrovský posun. Nicméně posledních deset let už se kvalita vody nezlepšuje, ba dokonce – hlavně u malých toků na venkově – nárůstem teploty vody zhoršuje. Proto je potřeba odpovědná ministerstva a municipality přesvědčit, aby i v těch nejmenších obcích do dvou tisíc obyvatel postavily kanalizaci a čistírny odpadních vod. A v tom i přes obrovský pokrok vidím velký dluh a zároveň potenciál.

Ještě bych rád připomněl mnohaletý projekt sledování stability morénových hrází v Kyrgyzstánu. Jaká je tam dnes situace a podařilo se kyrgyzské straně na náš výzkum navázat?

Nejprve to byly dva projekty rozvojové spolupráce. Týkaly se nebezpečných jezer, která se nacházejí před tajícími ledovcovými splazy. Ve spolupráci s geologem Michalem Černým z jihlavské firmy Geomin a s místními kyrgyzskými odborníky jsme od roku 2005 posuzovali stabilitu morénových hrází jako ochranu před bleskovými povodněmi při jejich potenciálním průvalu (fenomén GLOF, „Glacial Lake Outburst Flood“). Léтали jsme tehdy vrtulníkem nad jednotlivými horskými údolími a posuzovali stupeň potenciálního nebezpečí protržení hrází ledovcových jezer. Po vytipování těch nejméně stabilních jsme pak prováděli detailní terénní průzkum. V hlavním městě Biškeku a na jezeře Issyk-kul jsme se podíleli na organizaci tří mezinárodních konferencí o rizikových procesech ve velehorách s účastí zahraničních odborníků i místních politiků. Mezi dvanácti vytipovanými nebezpečnými jezery jsme největší pozornost věnovali jezeru

Obr. 2. Na návštěvě v historickém skleníku Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, nejstarší kontinuálně fungující botanické zahrady v Česku





Obr. 3. Na okraji kaňonu Colca v jižním Peru, jednoho z nejhlubších kaňonů Jižní Ameriky

Petrova v jižním Ťan-šanu. Pomocí geofyzikálních a geodetických metod jsme prozkoumali stabilitu hráze a vytvořili detailní batymetrickou mapu jezera, které dosahuje plochy Rožmberského rybníka. Důležitost tohoto výzkumu spočívá v tom, že se nachází nad areálem významného dolu na zlato Kumtor. Při jeho průvalu by došlo ke zničení infrastruktury dolu a zejména k možnému vyplavení toxického odkaliště s obsahem kyanidů a těžkých kovů. Došlo by tak k obrovské ekologické katastrofě na řece Naryn.

V posledních letech jsme kvůli politické nestabilitě a střetům mezi Uzbeky a Kyrgyzy zemi opustili, nicméně už letos bychom se rádi do země po dvaceti letech od začátku projektu vrátili a opět posoudili stabilitu hráze jezera Petrova s četnými takzvaně termokrasovými depresemi a jezery, kde do něj tající ledovec stále přivádí masu vody a objem jezera se v čase neustále zvětšuje.

Bohužel Čechům velmi dobré renomé v Kyrgyzstánu – a to platilo i v dobách Československa, kdy u nás mnoho Kyrgyzů studovalo – zkazil nepovedený projekt výstavby přehrad a hydroelektráren na řece Naryn (přítok Syrdarji), kdy se v něm na vládní úrovni angažovala a stavební řízení vyhrála firma, jež do té doby ani v cizině, ani v Česku nic nepostavila. Asi si tu ostudu v médiích všichni ještě pamatujeme. Přitom tu máme několik kvalitních firem, které, pokud by se výběrového řízení tehdy zúčastnily, mohl to být pro Česko miliardový byznys. Alespoň že jsme za mnohaletou práci v Kyrgyzstánu a snižování přírodních rizik byli tehdy vyhodnoceni jako nejlepší český rozvojový projekt. Následně v roce 2012 proběhl ještě jeden projekt pod patronací NATO – i ten má svůj vlastní bezpečnostní výzkum, řešící zdroje vody pro vysychající Aralské jezero. A to bylo opravdu zajímavé, zvláště pohledem dnešní politické situace. Přímou z centrály NATO v Bruselu jsem dostal doporučení, abych do projektu zařadil ruské vědce, prý v rámci tehdejšího sblížování obou armád. Vzpomínám, že tenkrát v Biškeku jsem byl v hospodě svědkem „družby“ tamních ruských vojáků s vojáky z americké základny Manas. A všichni si tam tehdy náramně rozuměli...

Vím, že jako objevitel pramenů Amazonky připravujete pro Netflix velkou plavbu od jejího ústí až k pramenům. Co přesně chcete touto cestou říci nebo dokázat?

Pro Netflix, YouTube, a dokonce snad i Hollywood připravuje brazilský režisér Yuri Sanada sérii filmů o Amazonce. Nedávno se na mě obrátil s tím, jestli bych s ním chtěl spolupracovat na dvouleté výpravě a přípravě filmů pro



Obr. 4. U skalního pramene Amazonky, jedné ze dvou zdrojnic říčky Carhuasanty pod vrcholem Mismi v pohoří Čila v peruánských Andách



Obr. 5. Instalace klimatologické stanice v pramenném povodí řeky Amazonky v Peru (5 051 m n. m.), druhé nejvyšše položené klimatologické stanice v Jižní Americe



Obr. 6. Hydrologický výzkum v národním parku Ala Arča v pohoří Ťan-šan v severním Kyrgyzstánu

tyto společnosti o Amazonce. Navíc byl nadšený z informace, že slavíme sto let diplomatických styků se zeměmi Jižní Ameriky a že naše výstava uspořádaná k pětadvaceti letům od objevení pramenů Amazonky právě putuje po zemích a univerzitách Latinské Ameriky. Kromě Chile (dvě univerzity v Santiagu) a Argentiny (Buenos Aires, Mendoza) se výstava zastaví i na Katolické univerzitě v Rio de Janeiru, kde je rektorem jezuita, jenž zná dílo českého pátera, misionáře a autora první mapy Amazonky Samuela Fritze, takže se to vše tak nějak symbolicky propojí.

Po zahájení výstavy na této univerzitě bych měl mít přednášku rovněž na univerzitě v Belému při ústí Amazonky, odkud pak ona loď, poháněná solárními panely, vypluje proti proudu Amazonky po stopách Samuela Fritze. Mimochodem, jezuitští misionáři, včetně těch z tehdejší provincie Bohemia, zanechali v celé Latinské Americe výrazné stopy. Svědčí o tom nejen církevní památky, ale rovněž jimi založená sídla.

Ale zpět k plánované expedici. Loď by měla být vybavena i satelitní navigací pro přesné měření délky toku Amazonky, aby se konečně rozhodlo o tom, zda je delší než Nil. A také jsou zde letité, dnes už snad zažehnané vášně ohledně objevení jejích pramenů, kdy jsme těsně předběhli dvacetičlennou expedici s vrtulníky financovanou National Geographic Society pod vedením Andrzeje Pietowského, který expedici připravoval dva roky a měl na ni tři miliony dolarů. Češi to v sedmi lidech zvládli na koních, ve stanech a s rozpočtem tři sta tisíc korun. A ještě nám zbylo (*směje se*). Bylo to tehdy zvláštní setkání v údolí řeky Lloquety. Když se od nás dozvěděli, co vše naše expedice v terénu udělala a za pomoci nejmodernějších přístrojů, rozhodli se, že naplní celé číslo časopisu National Geographic články a natočí film o pramenné oblasti. Půl roku poté však na tiskové konferenci v New Yorku vyhlásili do světa, že v létě objevili hlavní pramen Amazonky... Uplynulo deset let, kdy jsem vystoupil na konferenci Asociace amerických geografů (AAG) ve Washingtonu s přednáškou o pramelech Amazonky. Navštívilo ji několik stovek geografů a též většina účastníků expedice National Geographic Society k pramenům Amazonky z roku 2000. Profesor Pietowski se mně tam přede všemi omluvil a velkoryse nás veřejně podpořil. Takže americký happy end!

Pane profesore, máte nějaký další hydrologický či geografický sen nebo cíl, kterého byste chtěl dosáhnout?

Chtěl bych se ještě jednou podívat na Bajkal do míst, která jsem před desítkami let navštívil, potkat lidi, pokud ještě žijí, které jsem znal, a napsat novou knihu o tomto jedinečném jezeru. To však teď není možné – nemohu jet do země, která pokračuje v té strašné válce na Ukrajině.

Vzpomínek na Bajkal a Sibiř mám mnoho a nedají se zapomenout. Dvě hodiny jízdy na sever džípem z Bajkalu jsem ve zlatém dole Bodaj Bo, to už bylo v povodí řeky Leny, zažil i svůj pól zimy, kdy bylo 55 stupňů Celsia pod nulou. Tak mrznout už bych znovu nemusel, ale nasát atmosféru starých časů, to bych velmi rád. Snad si na to, po sepsání mých pamětí nazvaných *Albertovské povídky*, najdu ještě čas. A druhým přáním je úspěšně dokončit pouť naší výstavy po zemích Jižní Ameriky, aby se objevy českých geografů a jezuitských misionářů dostaly do širšího povědomí lidí, třeba studentů či politiků a diplomatů. Mohlo by to pomoci dalšímu výzkumu a možná i byznysu v těchto krásných zemích. A v neposlední řadě bych rád konečně vydal vysněný *Atlas jezer Česka*, o němž už asi dvacet let tady na katedře mluvíme. Snad se toho ještě dočkám.

Na závěr mi dovoluete osobní, nikoli hydrologickou otázku. Vím, že jste kdysi hrával velmi dobře fotbal. Chodíte si ještě zahrát a potatily se v tomto i vaše děti?

Starší syn Martin jako malý hrával fotbal za Spartu, následně pak přesedlal na lehkou atletiku, kde v překážkách dnes velmi úspěšně závodí za Duklu. Paralelně se ale musí věnovat dokončení studia na VŠCHT, kde má téma práce přírodní

povzbudivé látky z Amazonie, které ze zaslaných přírodních materiálů a vzorků od firem z Brazílie v laboratoři extrahuje. Porovnává pak účinné látky, jako třeba afrodisiaka, získané z přírodních produktů s těmi syntetickými, jež se ve většině povzbudivých komerčních produktů, hlavně z důvodu ceny, vyskytují a nejsou stejně účinné. Latinská Amerika tak zůstává v rodině. Mladší syn Adam hrával hokej za Vlašim i Spartu, chvíli hrál i fotbal za Vltavín Holešovice, aby pak po vzoru svého staršího bratra skončil u atletiky a překážek. Přitom dokončuje německou třídu na gymnáziu Na Pražačce, takže i on se musí otáčet. A já už jen fandím svému mateřskému klubu Sokolu Mladotice, který teď hraje 1. B třídu a v lize Viktorii Plzeň. V Mladoticích jsem kdysi začínal v okresním přeboru a zažil třikrát postup. Také jsem se v Plasích potkal na hřišti se známým spartanem Víťou Lavičkou, který je mladší než já, takže jsem ho možná i něco z jeho umění naučil (*směje se*). Nyní už jen jezdím na kole podél Vltavy na sever a zpět po druhém běhu a jsem hrdý na to, že těch čtyřicet padesát kilometrů stále ujedu na klasickém kole bez pomoci elektromotoru. A jednou dvakrát týdně si zajdu do bazény zaplavat. To mě těší a doufám, že mi zdraví i síly vydrží!

Pane profesore, děkuji, že jste si na rozhovor pro náš časopis VTEI vyhradil čas. Bylo to velice příjemné povídání a vzpomínání. Ať se vám na vašich cestách po světě i ve vědecké práci daří!

RNDr. Tomáš Hrdinka, Ph.D.
tomas.hrdinka@vuv.cz

Prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.

Prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc., se narodil 30. července 1951 v Plzni, mládí prožil v Mladoticích na severním Plzeňsku. Po absolvování gymnázia v Plasích vystudoval geografii a biologii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Na Přírodovědecké fakultě UK přednáší fyzickou geografii, hydrologii, limnologii, oceánografii, geografii Latinské Ameriky, management a ochranu vod. Vedl 12 úspěšných doktorských disertací a více než 80 diplomových prací. Ve výzkumu je zaměřen na hydrografii, hydrologii, limnologii, ochranu vod a analýzu přírodních rizik. Od roku 1990 je zapojen do česko-německých Magdeburských seminářů na ochranu vod. Od téhož roku se zabývá výzkumem v pramenné oblasti Amazonky v Peru, kde vedl dvě české a jednu mezinárodní expedici. Od roku 2005 řídil výzkumné týmy Píř UK v rámci projektů české rozvojové spolupráce v Kyrgyzstánu, zaměřené na výzkum průvalových glaciálních jezer. V letech 2012 až 2014 vedl mezinárodní tým v rámci projektu NATO, který se zabýval vodohospodářskou situací v postsovětské střední Asii. Je čestným členem České i Slovenské geografické společnosti. Za celoživotní přínos ochraně životního prostředí obdržel Cenu ministra životního prostředí vlády ČR. V roce 2007 mu prezident Peru udělil nejvyšší státní vyznamenání „Za mimořádné zásluhy“, s právem užívat titul „Komtur“, za dlouhodobou pedagogickou činnost na peruánských univerzitách a za výzkum pramenů Amazonky. Na zahraničních univerzitách a mezinárodních konferencích přednesl více než 60 přednášek.





Jáchymov: po stopách mlýnů a mlýnků

ZÁPADOČESKÉ LÁZNĚ

Západní Čechy jsou již tradičně považovány za oblast proslulou především lázeňstvím. Jak by ne, počtem nejrůznějších minerálních pramenů i plynů a pestrostí jejich chemického složení mají pro balneologii ideální podmínky. Jelikož počet vývěrů dosahuje několika set, je tento region v evropském měřítku zcela unikátní. Kombinací nejen velkého množství termálních vod, kvalitního lékařského zázemí a honosných promenád, ale i překrásné přírody lákající k procházkám a širokému sportovnímu využití tak západočeské lázně přímo vybízejí k fyzickému i psychickému uzdravování pacientů.

Nejslavnější ze západočeských lázeňských měst je samozřejmě klasické trio Karlovy Vary (*obr. 1*), založené již ve 14. století, Mariánské Lázně na okraji Slavkovského lesa a klasicistní Františkovy Lázně. Spolu s několika dalšími evropskými láznemi byly zapsány na Seznam světového dědictví UNESCO pod názvem The Great Spa Towns of Europe – Slavná lázeňská města Evropy. Tato tři města se již od svých počátků podílela na budování a formování českého lázeňského fenoménu, který pak zásadně ovlivnil dějiny i společenský obraz okolních evropských států.

Tímto pověstným trojúhelníkem však výčet zdaleka nekončí. V blízkém okolí se nacházejí např. „klimatické“ lázně Kynžvart nebo znovu rekonstruované lázně Kyselka. Lázně Korunní, kdysi proslulé svojí minerální vodou, již bohužel zanikly.

JÁCHYMOV

Zcela ojedinělé místo v této lázeňské oblasti zaujímá Jáchymov. Toto historické městečko poblíž Karlových Varů se rozkládá těsně u hranic s Německem – hraniční přechod na Božím Daru leží v příjemné docházkové vzdálenosti sedmi kilometrů. Přestože byl Jáchymov odjakživa součástí Českého království, většina jeho kulturní historie je spjata s německým obyvatelstvem a dodnes zůstalo na domech, mapách či na zdejších hřbitově mnoho německých jmen a nápisů. Zakladatelem města byl hrabě Stephan Schlick (v češtině známý jako Štěpán Šlik) ze slavného šlechtického rodu Schlicků.

Velký kulturní i společenský rozkvět Jáchymova souvisel se zdejší „stříbrnou horečkou“ v 16. století, kdy zde byl postaven vůbec první luteránský kostel na našem území – kostel sv. Jáchyma (*obr. 2*). Působil v něm slavný farář Johannes Mathesius (1504–1565), žák Martina Luthera, u něhož studoval v Norimberku. Pro představu, v této době byl Jáchymov druhým nejlidnatějším městem v Českém království. Jeho historické centrum, tvořené souborem goticko-renesančních patricijských domů, je dnes městskou památkovou zónou.

Jáchymovské potoky a potůčky

Obr. 3 zachycuje nově zrekonstruovaný lázeňský dům Astoria, vlevo od něj Návštěvnické informační centrum lázní Jáchymov a úplně vlevo pak navazuje turisty hojně navštěvovaná restaurace U Vodopádu, ze zadu přiléhající ke skalnímu masivu, který nabízí jedinečná přírodní zákoutí s mnoha vodními prvky. Ostatně říčky a potůčky s četnými jezírky, tůňmi a můstky jsou pro Jáchymov



zcela typické a slouží nejen k procházkám lázeňských hostů, ale významně ovlivňují i zdejší blahodárné klima krušnohorského podhůří (*obr. 4*).

Vzhledem k tomu, že v současnosti je Jáchymov malé městečko o rozloze cca 51 km², kde žije jen zhruba 2 400 stálých obyvatel, mohlo by se zdát až neuvěřitelné, že se na tak malé ploše sbíhají celkem čtyři potoky. Navíc se traduje, že již naši prapra...dědové z dob II. vojenského mapování měli v německých názvech zdejších potůčků zmatek, a tak jednotlivé přítoky ve smyslu „něco tu teče, ale nikdo neví, jak se to jmenuje“ označovali pouze abecedně (např. Weseritz A a Weseritz B) a více se tím nezatežovali.

Dnes již každopádně víme, že hlavním vodním tokem Jáchymova je Jáchymovský potok (*obr. 5*) protékající celým městem a často také pod jeho povrchem. To je zřejmě jeden z hlavních důvodů, proč si lázeňský park i v létě udržuje příjemně vlhké klima a jeho vegetaci se tolik daří (*obr. 6*). V centru lázní se do Jáchymovského potoka vlévá (1) Klínovecký potok, jenž – jak je již zřejmé z jeho názvu – pramení na svazích Klínovce a zhruba pod spodní stanicí lanovky se slévá s druhým místním přítokem, (2) Veseřicí. Přítokem Klínoveckého potoka je (3) Stísněný potok, pramenící v rašeliništích u Božího Daru. Poslední zdejší potůček se jmenuje (4) Suchá a v Mlýnském údolí se vlévá do Jáchymovského potoka. Jáchymovský potok posílen všemi těmito přítoky pak pokračuje malebným údolím až do Ostrova, kde se vlévá do Bystřice.

Po stopách mlýnů a mlýnků

Jáchymov je zasazen doprostřed lesů, a přímo tak vybízí k procházkám a výletům. Je zde mnoho vycházkových tras, dobře značených podle délky i stupně náročnosti, takže si vybere skutečně každý. Z těch nejzajímavějších se sluší uvést místní naučnou stezku O radonu či naučnou stezku Jáchymovské peklo. Jejich zaměření je jistě patrné již z názvů. (*Podrobně se o léčbě radonem i o dlu Svornost dočtete v některém z dalších čísel VTEI, poznámka autorky.*)

Údolí mlýnků

Z turistických tras, jež začínají přímo v lázeňském centru Jáchymova a vedou překrásným údolím Jáchymovského potoka, se dle náročnosti nabízejí dvě. Kratší a jednodušší z nich nese příznačný název Údolí mlýnků a vede od vstupu do největší lázeňské budovy Radium Palace směrem k místnímu sportovnímu areálu s tenisovými kurty a poté pokračuje lesní cestou cca jeden kilometr k potoku (*obr. 7*). Na něm je odshora dolů umístěno asi 60 ručně vyrobených mlýnků nejrůznějšího stáří – některé jsou dřevěné, jiné kovové nebo plastové (*obr. 8*). Někdy mlýnky dokonce znázorňují konkrétní zdejší objekty, např. kapli sv. Anny nebo těžební věž dolu Svornost.

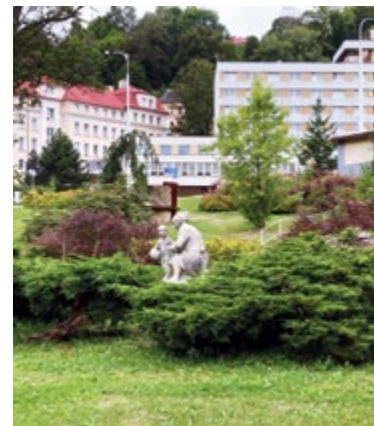
Stezka je oblíbená především rodinami s dětmi, ale samozřejmě i lázeňskými hosty. Pohled na mladé rodiče, jak z batohů vyndávají kladívka, šroubováky a další nářadí, aby opravili polámaný mlýnek, případně vyrobili nový, zde patří k tradičním a je velmi osvěžující.



Obr. 1. Řeka Teplá v Karlových Varech, u Ostrovského mostu se pak vlévá do Ohře



Obr. 5. Jáchymovský potok



Obr. 6. Lázeňský park



Obr. 7. Lesní cesta přímo láká k aktivnímu odpočinku



Obr. 2. Pozdně gotický kostel sv. Jáchyma



Obr. 3. Lázeňské centrum Jáchymova



Obr. 4. Lázeňský park s můstkem přes Jáchymovský potok



Obr. 8. Údolí mlýnků je jáchymovskou raritou



Obr. 9. Mlýnská stezka nabízí krásná lesní zákoutí i výhledy do okolní krajiny

Mlýnská stezka

Druhá turistická trasa rovněž začíná u tenisových kurtů, ale je již časově i fyzicky náročnější. Říká se jí Mlýnská stezka (někdy též Severinova promenáda; obr. 9) a vede malebným Mlýnským údolím mezi Jáchymovem a Ostrovem (známým také jako Ostrov nad Ohří, poznámka autorky). Tato oblast sloužila již od dávnych let jako výrobní základna pro město Jáchymov. Název stezky souvisí s rozvojem mlýnů podél Jáchymovského potoka. Prvním mimořádným obdobím tohoto území bylo již zmíněné 16. století v souvislosti se zdejší těžbou stříbra, kdy rozšíření vodních kol výrazně přispělo ke zvýšení efektivity různých výrob, např. papírenství. Druhá slavná éra přišla v 19. století díky nástupu průmyslu, širokému využívání elektřiny a vynálezům vodních turbín.

Tato romantická lesní cesta lemující kaskádu historických vodních děl mívala německý název Roseggerweg; poté téměř upadla v zapomnění. Až v posledních letech díky rozvoji lázeňství v této oblasti byla stezka obnovena. Významně k tomu přispěly i novodobé projekty „Kraj živých vod I“ a „Kraj živých vod II“, jejichž realizátorem je občanské sdružení „Místní akční skupiny Krušné hory Západ“. Jejich hlavním cílem bylo v rámci rozvoje venkova a obnovy kulturního a přírodního dědictví aktivně zapojit občany do obnovy naučných stezek i všech vodních zařízení – vodních kol a mlýnů, minerálních pramenů, potoků, studní –, což by výrazně zvýšilo kvalitu životního prostředí i atraktivitu venkovských oblastí, a podpořilo tak i ekonomickou situaci tohoto regionu.

Mlýnská stezka se stala velice populární turistickou trasou s mnoha zastaveními. Patří k nim Moučný mlýn a Panský mlýn (oba na místě dnešního hotelu Radium Palace), Maderův mlýn, který měl vedle samotného mletí i privilegium na vaření piva, Odvodňovací štola, jež dodnes odvádí vodu z jáchymovských dolů, či Petterův/Petrův mlýn, kdysi nejproduktivnější ze všech mlýnů v okolí. Jeho vznik je datován již k roku 1532 a vedle tradičních mlynářských aktivit se v něm usídlila i pila. Navíc měl také pivovarnické privilegium. Jde o nejstarší dochovaný vodní mlýn na území ČR a pozůstatky jeho historického zdíva i náhonu k mlýnu lze v lese dosud dohledat. K dalším mlýnům na trase patří Horní Speknerův mlýn (původně hamr na železo, poté mlýn na obilí a ještě



Obr. 10. Řeka Bystřice v Ostrově

později pila; dnes o jeho záchranu bojuje nový majitel, jenž tu postavil malou vodní elektrárnu), Trinksův mlýn (známý též pod jménem Horní papírna), na jehož místě stojí v současnosti restaurace U Vlčků, a Blahův mlýn (Dolní papírna) fungující až do poloviny 20. století. Nyní je z něj penzion. Posledním mlýnem na pravém břehu Jáchymovského potoka byl Dolní Speknerův mlýn těsně před obcí Horní Žďár (dnes již součástí města Ostrov, poznámka autorky). Původně sloužil jako hamr na železo, později jako mlýn na obilí. Od roku 1919 se v něm vyráběl elektrický proud. Před samotným centrem Ostrova zbývají ještě tři zastavení: Zemědělská usedlost, jež využívala vodní kolo k pohonu mlátičky, Mlýn u Václava, v němž byla od roku 1901 také pekárna a hostinec U Václava, a jako poslední Mlýn u Semeráda, zvaný též Moučný mlýn, neboť i zde se mlela mouka a pekl tradiční černý chléb.

OSTROV

Mlýnská stezka se všemi zastaveními vede až do Ostrova, města vzdáleného pouhých deset kilometrů od Karlových Varů. Ostrov má přibližně stejnou rozlohu jako Jáchymov, ale žije zde v násobcích více obyvatel (zhruba 16 tisíc). Leží na řece Bystřici (obr. 10), do níž tu ústí Jáchymovský potok. Osídlení města je doloženo od počátku 13. století a již tehdy šlo o prosperující městečko. Dnes Ostrov nabízí mnoho historických památek, ale také kulturního, společenského i sportovního využití.

Zámek a „osmý div světa“

Patrně nejvýznamnější a nejzajímavější památkou Ostrova je zámek (obr. 11), postavený na základech původního středověkého hradu. Jde o rozsáhlý zámecký areál složený z několika budov a obklopený impozantní zahradou (obr. 12, 13). Její původní podoba byla utvářena v duchu manýrismu, poté baroka a vrcholného baroka. Na tvorbě zahrady se postupem času podíleli nejvýznamnější inženýři, zeměměřiči a stavitelé. Některé jejich plány jsou dodnes přístupné na výstavě v budově zámku. Zámeckou zahradu protíná řeka Bystřice, a tak již od počátků budování vznikaly především plány na její využití a rozvody vody po celém areálu (obr. 14). Obě části zahrady tak bývaly bohatě vybaveny nejrůznějšími vodními prvky – fontánami a vodotrysky, vodními plochami se sochařskou výzdobou, bludištěm, zahradním divadlem, jezírky s labutěmi i rozsáhlou soustavou vodních kanálů, po nichž bylo možné plout na lodičkách. Zámecká zahrada byla proto již od 17. století označována jako „osmý div světa“, a tak není



Obr. 11. Zámek v Ostrově



Obr. 14. Jeden z plánů na rozvody vody v zámecké zahradě (1799)



Obr. 15. Současná podoba zámecké zahrady (srpen 2024)

Foto na str. 50–53: Z. Řehořová



Obr. 12. Brána do zámecké zahrady



Obr. 13. Zámecký letohrádek byl původně obklopen jezírky s labutěmi

divu, že se stala předlohou pro řadu zahrad šlechtických sídel v Evropě, např. ve Francii, Itálii, Rakousku a Holandsku. Jedním z majitelů celého panství v dobách velkého rozkvětu byl již výše zmíněný hrabě Stephan Schlick (Štěpán Šlik), zakladatel Jáchymova. Po jeho skonu roku 1526 v bitvě proti Turkům u Moháče tu však bohatý rod Šliků působil i nadále.

Zámek v Ostrově je dodnes chloubou západočeského regionu a jeho architektura i veřejnosti volně přístupná zámecká zahrada s překrásnou parkovou úpravou (obr. 15) mohou být vzorem velice povedené údržby a zachování přírodního dědictví uprostřed města.

Poděkování

Ráda bych poděkovala pracovníkům Návštěvníckého informačního centra lázně Jáchymov, bez nichž by můj pobyt v Jáchymově neměl tak nabitý program a mé výlety po okolí by nebyly tak bezpečné i poučné. Rovněž děkuji zaměstnancům zámeckého informačního centra v Ostrově za výklad ke všem výstavám a expozicím.

Autorka

Mgr. Zuzana Řehořová
✉ zuzana.rehorova@vuv.cz

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha (Česká republika)

Informativní článek, který nepodléhá recenznímu řízení.

ISSN 0322-8916/© 2025 Autorka. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0



Obr. 1. Ředitelka krajského kola Valérie Štylerová zahajuje 30. ročník Ekologické olympiády v kinosále VÚV TGM v Praze

Ekologická olympiáda

Je tomu již 30 let, kdy se uskutečnilo první kolo soutěže Ekologická olympiáda. Za tyto tři dekády se postupně rozšířila z Valašska do celé republiky a stala se uznávanou soutěží, kterou oceňuje i řada vysokých škol.

V devadesátých letech, kdy soutěž vznikla, se o ekologii a s ní související ochraně životního prostředí mluvilo nejen v odborných kruzích, ale začínalo se o ní psát i v médiích, a tak se toto téma postupně dostávalo do povědomí veřejnosti. V té době se pan Vlastislav Huška, profesor gymnázia v Novém Jičíně, rozhodl uspořádat první kolo přírodovědné soutěže, již nazval Ekologická olympiáda. Tehdy se ekologie ještě běžně nevyučovala, proto se tato soutěž stala součástí propagace vzdělávání v oblasti ochrany životního prostředí.

Do organizace prvního ročníku se zapojil i Miroslav Janík, člen základní organizace Českého svazu ochránců přírody (ČSOP Kosenka), jenž tehdy zasedl v porotě. Soutěž jej natolik nadchla, že ji v následujícím ročníku ČSOP Kosenka uspořádala i ve Valašských Kloboukách. V dalších letech už bylo kol několik, až se Ekologická olympiáda postupně stala celorepublikovou soutěží.

Již od prvního ročníku byla olympiáda jedinečná svou týmovostí. Není mnoho jiných vědomostních klání, v nichž soutěží tříčlenné týmy. Další její předností je přímé propojení s praxí. Studenti v každém kole řeší nějaký reálný problém týkající se ochrany životního prostředí daného území. Ať už je to péče o orchidejovou louku (první terénní praktický úkol ve Valašských Kloboukách), nebo posouzení záměru týkajícího se rozšíření kapacity parkoviště v osadě Jizerka v nejexponovanější části Jizerských hor (úkol v národním kole 21. ročníku). Své návrhy řešení studenti obhajují před odbornou porotou, což soutěžící prověří i v dovednostech prezentovat svou práci.

Od svého vzniku prošla Ekologická olympiáda také vývojem v oblasti témat, kterým se jednotlivé ročníky věnují. Ve svých začátcích se každé krajské i národní kolo zaměřilo na vlastní téma, jež bylo v místě konání příslušného kola olympiády aktuální. Nyní je každý rok vyhlášeno jedno celorepublikové téma a každý krajský i národní pořadatel se mu svým terénním praktickým úkolem přizpůsobí. Letošním tématem je Voda v krajině a adaptace na klimatickou změnu. Díky tomuto sjednocení se mají studenti možnost na soutěž lépe připravit. Vzhledem k tomu, že málokdy jde o téma, které by nalezní uceleně

prezentované v běžných středoškolských učebnicích, každoročně pro ně pořádáme letní soustředění, tzv. Letní kemp, a vydáváme metodiku zaměřenou na aktuální ročníkové téma. Podobná metodika každoročně vzniká i pro pořadatele, aby se snáze orientovali i v problematice, jež jim třeba není tak blízká.

Kromě terénního praktického úkolu soutěžící týmy v rámci daného tématu porovnávají své znalosti i v teoretických oblastech, např. při poznávání přírodnin či v testu. V některých krajských kolech mají týmy navíc domácí úkol, se kterým přijíždějí na soutěž, nebo se v jejím rámci účastní tzv. malé maturity, při níž se o vylosovaném tématu baví s odbornou porotou. Většina krajských kol trvá dva až tři dny, a tak zbude čas i na doprovodný program, jakým bývají exkurze, přednášky, besedy, ale i taneční večery či divadlo nacvičené samotnými účastníky. Vítězové krajských kol se setkávají v národním kole, jež se koná tři až čtyři dny v červnu daného školního roku, a to pokaždé v jiném kraji. Jeho program je obdobný jako v krajských kolech.



Obr. 2. Porotce Ing. Jan Moravec mezi studenty



Obr. 3. Studenti v tříčlenných týmech řeší botanickou část "poznávačky"



Obr. 4. Jejím součástí bylo i poznávání zvuků našich ptáků a žab



Obr. 5. Druhý den soutěže probíhaly obhajoby návrhů terénního praktického úkolu...



Obr. 6. ... v jehož rámci měli studenti za úkol navrhnout revitalizaci Únětického potoka



Obr. 7. Tři nejlepší týmy pražského krajského kola; vítězný tým (uprostřed) postupuje do národního kola

Letošní krajské kolo pro Prahu se uskutečnilo ve dnech 20. a 21. března 2025 a hostil jej Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Praze. Celkem se ho zúčastnilo 52 studentů, z nichž se nejlépe umístil tým reprezentující Gymnázium Jana Keplera ve složení Naxerová, Hromas, Koucký, který získal 128,5 bodu ze 160 možných. Druhé místo obsadil tým Sdružení Arachne, z.s., se 116 body a pomyslné bronzové medaile si odnesl druhý tým Sdružení Arachne, z.s., se ziskem 111 bodů.

V průběhu let obliba Ekologické olympiády stoupala, až se ustálila na cca 400 studentech, kteří každý školní rok soutěží projdou. Soutěž je každoročně zveřejňována v Informativním seznamu soutěží (dříve tzv. Věstník) vydaném Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. Vysoká odbornost a stabilita soutěže upoutala pozornost i řady vysokých škol, jež u zájemců o studium účast na olympiádě zohledňují v rámci přijímacího řízení na související obory.

V současné době usilujeme o pořádání Ekologické olympiády i na úrovni školních kol. V posledních několika letech se také vedou diskuze o možnosti rozšířit soutěž i do okolních států a uspořádat mezinárodní klání.

V letošním školním roce nás čekají ještě čtyři krajská kola a jedno kolo národní, které se uskuteční ve Středočeském kraji pod taktovkou ČSOP Vlašim.

Pořadatelem Ekologické olympiády je Český svaz ochránců přírody (ČSOP), realizátorem Sdružení mladých ochránců přírody ČSOP, spoluvyhlašovatelem je každoročně Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy.

Podrobnosti naleznete na celostátním webu soutěže www.ekolympiada.cz, informace týkající se přímo pražského krajského kola na: <http://praha.ekolympiada.cz/>

Autorka

Ing. Lenka Žaitliková

✉ lenka.zaitlikova@csop.cz

Sdružení mladých ochránců přírody Českého svazu ochránců přírody, Praha (Česká republika)

Informativní článek, který nepodléhá recenznímu řízení.

ISSN 0322-8916/© 2025 Autorka. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

Autoři fotografií:

Bc. Kateřina Landová, Alžběta Doležalová, Ing. Jan Moravec



VTEI/2025/2

Od roku 1959

**VODOHOSPODÁŘSKÉ
TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE**

**WATER MANAGEMENT
TECHNICAL AND ECONOMICAL INFORMATION**

Odborný dvouměsíčník specializovaný na výzkum v oblasti vodního hospodářství.
Je uveden v Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.

Ročník 67

Vydává: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,
veřejná výzkumná instituce, Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6

Redakční rada:

Ing. Libor Ansorge, Ph.D., RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D., doc. Ing. Michaela Danáčová, Ph.D.,
doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur, prof. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D., Mgr. Róbert Chriateľ,
Mgr. Vít Kodeš, Ph.D., Ing. Jiří Kučera, PharmD. Markéta Marvanová, Ph.D., BCGP, BCPP, FASCP,
prof. Juraj Parajka, Ing. Martin Pavel, Ing. Jana Poárová, Ph.D., Mgr. Martin Pták,
Mgr. Hana Sezimová, Ph.D., Dr. Ing. Antonín Tůma, Mgr. Lukáš Záruba, Ing. Marcela Zrubková, Ph.D.

Vědecká rada:

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D., prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc.,
prof. Ing. Radka Kodešová, CSc., RNDr. Petr Kubala, Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D.,
Ing. Michael Trnka, CSc., Dr. rer. nat. Slavomír Vosika

Šéfredaktor:

Ing. Josef Nistler (josef.nistler@vuv.cz)

Odborné redaktorky:

Mgr. Zuzana Řehořová (zuzana.rehorova@vuv.cz)
Mgr. Hana Beránková (web) (hana.berankova@vuv.cz)

Zdroje fotografií tohoto čísla:

VÚV TGM, 123RF.com, doc. RNDr. Jan Unucka, Ph.D., Mgr. Zuzana Řehořová, Bc. Kateřina Landová,
Alžběta Doležalová, Ing. Jan Moravec, umělá inteligence

Grafická úprava, sazba, tisk:

ABALON s.r.o., www.abalon.cz

Náklad 400 ks. Časopis VTEI vychází od roku 2022 v anglické mutaci,
která je k dispozici na <https://www.vtei.cz/en/>

Příští číslo časopisu vyjde v červnu. Pokyny autorům časopisu jsou uvedeny na www.vtei.cz

VTEI je součástí databází Scopus a DOAJ.

CC BY-NC 4.0
ISSN 0322-8916
ISSN 1805-6555 (on-line)
MK ČR E 6365



VTEI.cz



KDE JARO NESPĚCHÁ

Zatímco v nížinách a středních polohách v dubnu již většinou převládá jaro, v horských polohách přichází váhavěji a pozvolna. Nejinak je tomu i v Jeseníkách včetně Nízkého Jeseníku. Specifickou oblastí z hlediska přírodních poměrů i historie této části pohoří je vojenský újezd Libavá, který se s plochou 235 km² rozkládá v Oderských vrších na severním okraji Olomouckého kraje a kdysi zasahoval i do kraje Moravskoslezského. Je zde mnoho zaniklých břidlicových dolů i obcí, z nichž zbyly pouze ruiny staveb či jen terénní nerovnosti a suťoviska, např. Barnov, Jestřabí, Keprtovice, Ranošov nebo Zígartice. Historii těchto a dalších obcí můžeme nalézt v publikaci Jiřího Glonka *Zaniklé obce vojenského újezdu Libavá* (2007). Krom často pohnuté historie lze v přístupných místech této oblasti nalézt i řadu zajímavostí neživé a živé přírody. Ze živé přírody můžeme zmínit např. již pravidelný výskyt orla skalního (*Aquila chrysaetos*) a orla mořského (*Haliaeetus albicilla*), jenž se objevuje i v dalších částech Nízkého Jeseníku. Taktéž zde spolu s ruinami obcí občas nalezneme i pozůstatky vodních mlýnů a hamrů s torzy náhonů a akumulacích nádrží. Můžeme vzpomenout Novooldřůvský (Madrův) nebo Barnovský mlýn, který stál nedaleko dochovaného Barnovského mostu (viz fotografie). Na závěr výčtu zajímavostí je třeba zmínit z hydrologického hlediska snad tu nejdůležitější: pramení tady jedna z nejvýznamnějších evropských řek – Odra.

Tato podmanivá krajina inspirovala kolektiv autorů Českého hydrometeorologického ústavu k sepsání publikace *O krajině a přírodě Červené hory a okolí* (2022). Ke stažení je na této adrese: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/cervena.pdf>

Text a fotografii dodal doc. RNDr. Jan Unucka, Ph.D.

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T.G. MASARYKA**

veřejná výzkumná instituce

VTEI.cz